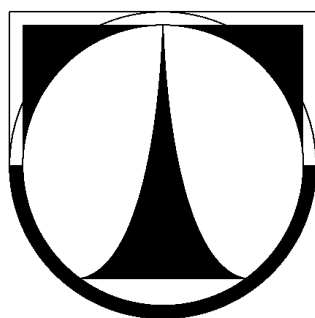


Technická univerzita v Liberci  
Fakulta strojní



Miroslav Hamsa

**Faktory ovlivňující kvalitu funkce stěrače předního skla  
automobilu Škoda Octavia.**

Bakalářská práce

2010

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra výrobních systémů

Studijní program: B2341 Strojírenství  
Obor: 2301R030 Výrobní systémy  
Zaměření: Řízení výroby

**Faktory ovlivňující kvalitu funkce stěrače předního skla automobilu Škoda Octavia**

**BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

**Factors affecting the quality of windscreen wipers of Skoda Octavia cars**

**BACHELOR THESIS**

KVS - OS - 1145  
VS

Miroslav Hamsa

Vedoucí práce:

doc. Ing. Karel Dušák, CSc.

Počet stran: 41  
Počet obrázků: 27  
Počet grafů: 14  
Počet tabulek: 7  
Počet příloh: 1

V Liberci 22.12.2010

**TÉMA:**        **Faktory ovlivňující kvalitu funkce stěrače předního skla automobilu Škoda Octavia**

**ANOTACE:** Práce se zabývá možnými vlivy a faktory ovlivňujícími výslednou kvalitu předního stíracího systému vozů Škoda Octavia. Popisuje jednotlivé analýzy, které byly postupně provedeny (ověření platnosti konstrukčního řešení, toleranční analýza, ověření vlivů montážních procesů, rozměrová kontrola, kvalitativní kontrola a další dílčí analýzy). Cílem práce bylo stanovit konkrétní doporučení opírající se o zjištěné skutečnosti, poukázat na problémová místa a tím minimalizovat reklamace na funkci předních stěračů. Zároveň je možné závěry práce použít a aplikovat pro následující projekty.

**THEME:**     **Factors affecting the quality of windscreen wipers of Skoda Octavia cars**

**ANNOTATION:** This work deals with the possible influences and factors affecting resulting quality of windscreen wiping system of Skoda Octavia cars. It describes several analyses, which have been carried out (validation of construction solution, tolerance analysis, verification of assembly processes, dimension and quality verification and other partial analyses). The objective of this work is to lay down concrete recommendations based on observed results, point out problem areas and thus minimize windscreen wipers function claims. The results may also be used and applied in the following projects.

**Klíčová slova:**     **stěračová souprava, stěrač, tolerance, montáž**

Zpracovatel:        TU v Liberci, Fakulta strojní, Katedra výrobních systémů  
Dokončeno:         2010  
Archivní označení zprávy:

Počet stran: 41  
Počet obrázků: 27  
Počet grafů: 14  
Počet tabulek: 7  
Počet příloh: 1

## **Prohlášení**

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum: 22.12.2010

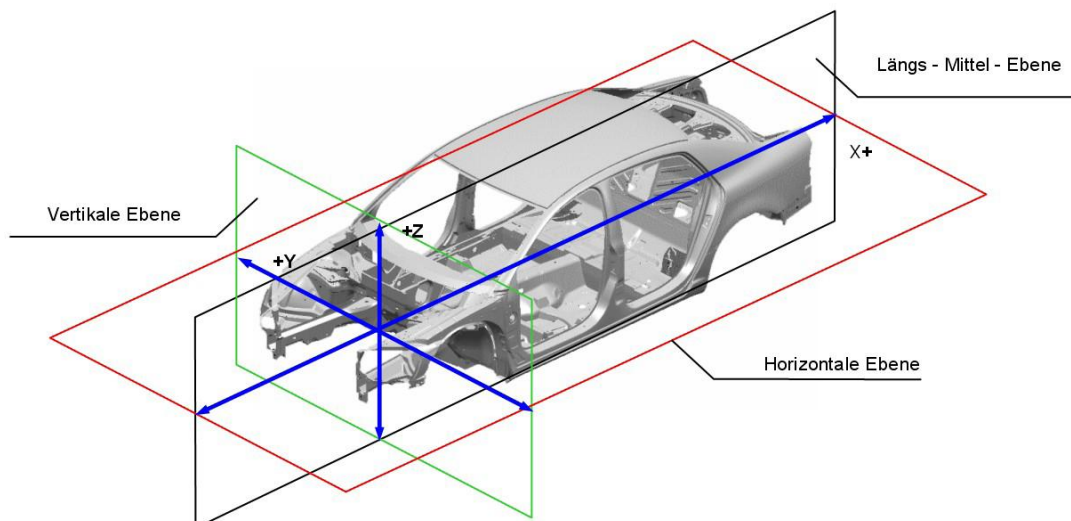
Podpis:

## Obsah:

1. Úvod
2. Popis konstrukce předního stěrače vozu SK34 a jeho výrobní postup
3. Funkční nedostatky stěrače SK34 a jejich možné příčiny
  - 4.1. Měření úhlů naklonění stěračů ke sklu
  - 4.2. Ovlivnění úhlu naklonění lišt vlivem montáže soupravy
  - 4.3. Ovlivnění úhlu naklonění lišt vlivem tvaru skla
  - 4.4. Proměření jednotlivých komponent
  - 4.5. Teoretický výpočet tolerancí daného konstrukčního řetězce
  - 4.6. Měření kvality stírání na lince
  - 4.7. Analýza reklamovaných dílů
5. Závěr
6. Doporučení

## Seznam použitých zkratk:

**RPS** – **R**eference **P**oint **S**ystem, RPS body slouží jako výchozí body pro výrobu, měření dílů a jejich ustavení ve výrobních, kontrolních a montážních přípravcích. Zavedením RPS bodů kterými jsou v praxi ustavovací plochy, otvory nebo hrany se jednoznačně stanoví ustavení jednotlivých dílů v prostoru v rámci jednotné (globální) souřadnicové sítě vozidla.



**CAD** – **C**omputer **A**ided **D**esign, počítačem podporované navrhování, zkratka označující software (nebo obor) projektování či konstruování na počítači.

**TL 934** – Interní norma pro zkoušky stěračových systémů v koncernu Volkswagen. Používal jsem odstavec „vyhodnocení kvality stírání“, dle kterého je konkrétnímu setřenému obrazci na skle přiřazena známka kvality pro snazší vyhodnocení a porovnání. Viz. příloha.

**FS** – strana řidiče (Fahrerseite)

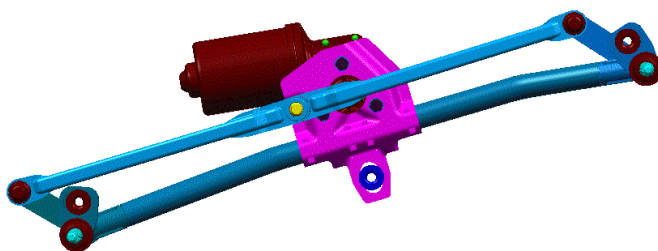
**BS** – strana spolujezdce (Beifahrerseite)

## 1. Úvod

Práce byla realizována ve společnosti Škoda Auto a.s. v Mladé Boleslavi včetně aplikace doporučených opatření ve výrobě, v procesu kontroly kvality výstupního produktu jakožto v servisní síti. Podmětem ke zpracování dané problematiky byl zvýšený počet reklamací na funkci předního stěračového systému u vozů Octavia. Firma Škoda Auto je největším tuzemským výrobcem osobních automobilů. Vzhledem k mému aktuálnímu působení ve společnosti Škoda Auto India Private Limited jsem měl možnost využít závěrů analýzy i zde, tak abychom minimalizovali reklamace od zákazníků na funkci předního stěračového systému u vyráběných vozů.

## 2. Popis konstrukce předního stěrače vozu SK34 a jeho výrobní postup

Přední stěračový systém vozu je tvořen stěračovou soupravou sestávající se z vlastního pohonu (elektromotoru), který je pomocí plechového držáku připevněn k nosné trubce, do které jsou zalisovány hřídelové zděře. Stěračová souprava je uchycena do vozu pomocí 3 kusů silentbloků a šroubů M6. Dva uchycovací body jsou součástí zděří a jeden vychází z motorového držáku.



Obr. 1 Stěračová souprava

Další součástí stěračového systému jsou vlastní stěrače sestávající se ze stírací lišty, která je pomocí adaptéru uchycena ke stíracímu ramenu. Stěrače jsou připevněny pomocí upevňovacích dílů ke hřídelím stěračové soupravy.



Obr. 2 Stěrače

Stěračová souprava je uchycena ke karoserii přes silentbloky skládající se z gumové průchodky a plechového pouzdra a to hlavně z důvodů zamezení přenosu vibrací a hluků. Z důvodu vymezení montážních tolerancí v x-ose vozu je silentblok třetího upevňovacího bodu na plechovém držáku motoru fixován v oválném otvoru.

První a druhý upevňovací bod vycházející ze zděří stěračové soupravy je uchycen pomocí šroubů M6 ke karoserii vozu, respektive do bodů **b** a **c** v díle příčná stěna, kde jsou pro účely uchycení navařeny ze spodní strany matice. Třetí upevňovací bod vycházející z plechového držáku motoru je připevněn rovněž šroubem M6 do předmontované upevňovací konzoly s navařenou maticí ze spodní strany. Vlastní konzola je připevněna ke karoserii (díl pásnice oddělovací přepážky) pomocí 2 ks navařených závitových čepů M6.

Stěračová souprava i se stěrači jsou nakupovanými díly, tzn. vyráběnými u dodavatelské firmy. Montáž stěračové soupravy a stírátek do vozu je prováděna na montážní lince vozu dle definovaného a schváleného montážního postupu na určeném taktu. Nejprve je do prostoru mezi čelním sklem vozu a motorovým prostorem (vodní kanál) předmontován upevňovací úhelník, poté následuje montáž vlastní stěračové soupravy při použití určených šroubů a dodržení předepsaných utahovacích momentů. Následuje montáž plastového krytu vodního kanálu, v kterém jsou otvory pro hřídele pohonu, na které se připevní upevňovací díly stěračů pomocí matice M8, která se nakonec přikryje plastovou krytkou. Při montáži je nutné dodržet předepsanou základní polohu obou stěračů na skle v dolní úvrati (parkovací poloze). Z důvodu bezchybné funkce systému je nutné dodržení předepsaného tolerančního pole pro všechny utahovací momenty a ustavovací rozměry.

### **3. Funkční nedostatky stěrače SK34 a jejich možné příčiny**

Při analýze problematiky systému jako celku jsem se zaměřil na vytipované teoretické příčiny vzniku závad a to hlavně na vliv tolerančního řetězce jednotlivých rozměrů a vliv montážních postupů. Zvážil jsem také ostatní možné vlivy, které by mohli negativně ovlivnit funkci systému jako například rozměrová shoda dílů s platnou výkresovou dokumentací, použité materiály, možné mechanické poškození po montáži systému do vozu a další vlivy.

V prvé fázi jsem se zaměřil na zmapování problému, prověřil jsem v CAD datech platnost konstrukčního řešení a skutečného stavu dílů, možný vliv tolerančního řetězce atd. Bylo provedeno několik kontrolních a porovnávacích měření na výrobní lince a na zkušebních stavech, kde jsem zaznamenával potřebné parametry a sledoval vliv na funkci systému, především na kvalitu stírání. Důležitým faktorem je rovněž vzájemná poloha souvisejících dílů v daném konstrukčním řetězci. Pro vyhodnocení kvality stírání jsem používal interní normu TL934. Za podpory oddělení kvality jsem získal k analýze několik reklamovaných dílů od zákazníků.

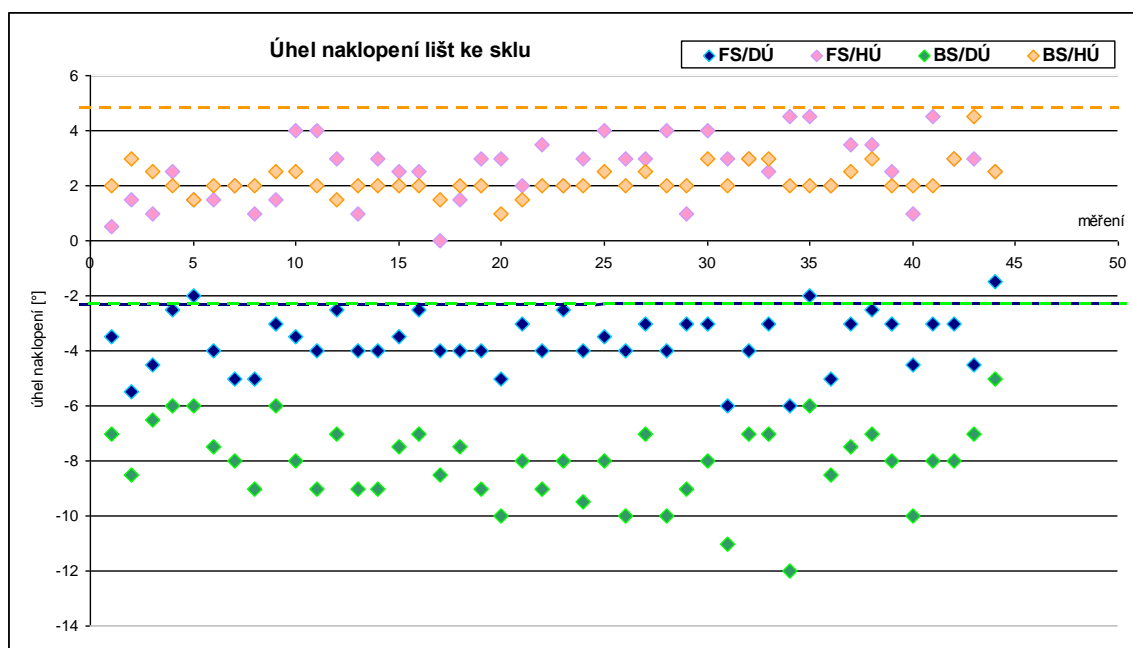
#### **4.1. Měření úhlů naklopení stěračů ke sklu**

Pro zajištění bezchybné funkce systému je nutné dodržení definovaných úhlů naklopení obou stěračů v dolní a horní úvrati. Jedině tak je možné dosáhnout požadovaného překlopení stírací gumy lišty stěrače. Přímo na montážní lince pomocí přípravku byly proměřovány úhly naklopení stěračů ke sklu. Tím jsem zjistil,

jaká je průměrná odchylka vzniklá výrobními nepřesnostmi. Větší odchylka od předepsaného úhlu byla naměřena pro stěrač spolujezdce, a to  $5,8^\circ$  od předepsané hodnoty.

	dolní úvrať	výkresová hodnota	horní úvrať	výkresová hodnota
<b>FS strana řidiče</b>	-3,7°	$-2,3^\circ \pm 2^\circ$	2,6°	$4^\circ \pm 2^\circ$
<b>BS strana spolujezdce</b>	-8,1°	$-2,3^\circ \pm 2^\circ$	2,2°	$4,8^\circ \pm 2^\circ$

Tab. 1 Průměrná hodnota úhlu naklopení



#### Vysvětlivky:

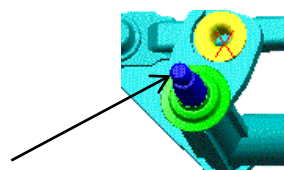
FS/DÚ-strana řidiče, dolní úvrať, FS/HÚ-strana řidiče, horní úvrať, BS/DÚ-strana spolujezdce, dolní úvrať, BS/HÚ-strana spolujezdce, horní úvrať

Gr. 1 Grafické znázornění měření naklopení lišt vůči sklu



	Rozteč hřídelek	Rozteč hřídelek	Rozdíl
Číslo vozu	Před montáží (mm)	Po montáží (mm)	(mm)
2812302	497.0	496.5	0.5
2812304	497.4	496.9	0.5
2812306	496.7	496.3	0.4
2812308	497.1	496.3	0.8
2812310	497.2	496.8	0.4
2812314	497.3	496.8	0.5
2812315	497.3	496.5	0.8

Tab. 2 Informativní měření rozteče hřídelek včetně porovnání se zamontovaným stavem



Obr. 3, 4 Způsob měření – vnější rozteč hřídelek motoru přes závit:

## 4.2. Ovlivnění úhlu naklonění lišt vlivem montáže soupravy

Na proměřené karoserii (jednotlivé plechové díly včetně všech RPS bodů odpovídají předepsaným hodnotám) byly nasimulovány jednotlivé případy uložení soupravy, které mohou při monráži soupravy nastat a vliv postupu při utahování jednotlivých šroubů uchycení soupravy na kvalitu stírání.

Postup při dotahování soupravy:	Poznámka:
<p>1. x 3. střed</p>	<p>a)</p> <p>Úhel naklonění stěračů v dolní úvratí: FS -2° BS -3°</p> <p>Úhel naklonění stěračů v horní úvratí: FS +0,5° BS +4,5°</p> <p>Kvalita stírání dle TL 934: *řidič – spodní okraj 3 nevytřené pruhy *spolujezdec – 2 nevytřené pruhy *známka: oba 5</p>
<p>2. x 3. střed</p>	<p>b)</p> <p>Úhel naklonění stěračů v dolní úvratí: FS -2° BS -3°</p> <p>Úhel naklonění stěračů v horní úvratí: FS +0,5° BS +4°</p> <p>Kvalita stírání dle TL 934: *řidič – spodní okraj 3 nevytřené pruhy *spolujezdec – 2 nevytřené pruhy *známka: oba 5</p>

1., 2., 3. – pořadí jednotlivých bodů při utahování

Obr. 5 Simulace případů, které mohou při montáži nastat

Postup při dotahování soupravy:	Poznámka:
	<p>c)</p> <p>Úhel naklonění stěračů v dolní úvrati: FS <math>-2^\circ</math> BS <math>-3^\circ</math></p> <p>Úhel naklonění stěračů v horní úvrati: FS <math>+0^\circ</math> BS <math>+4^\circ</math></p> <p>Kvalita stírání dle TL 934: *řidič – spodní okraj 3 nevytřené pruhy *spolujezdec – 2 nevytřené pruhy *známka: oba 5</p>
	<p>d)</p> <p>Úhel naklonění stěračů v dolní úvrati: FS <math>-2^\circ</math> BS <math>-3,5^\circ</math></p> <p>Úhel naklonění stěračů v horní úvrati: FS <math>+0^\circ</math> BS <math>+4^\circ</math></p> <p>Kvalita stírání dle TL 934: *řidič – spodní okraj 3 nevytřené pruhy *spolujezdec – 2 nevytřené pruhy *známka: oba 5</p>

1., 2., 3. – pořadí jednotlivých bodů při utahování

Obr. 6 Simulace případů, které mohou při montáži nastat

Postup při dotahování soupravy:	Poznámka:
	<p>e) simulace montáže v případě, že upevňovací bod 1. min soupravy je v krajní poloze směrem z vozu</p> <p>Úhel naklonění stěračů v dolní úvrati: FS <math>-1^\circ</math> BS <math>-2^\circ</math></p> <p>Úhel naklonění stěračů v horní úvrati: FS <math>+0,5^\circ</math> BS <math>+4^\circ</math></p> <p>Kvalita stírání dle TL 934: *řidič – spodní okraj 3 nevytřené pruhy *spolujezdec – 2 nevytřené pruhy *známka: oba 5</p>
	<p>f) simulace montáže v případě, že upevňovací bod 1. max soupravy je v krajní poloze směrem do vozu</p> <p>Úhel naklonění stěračů v dolní úvrati: FS <math>-5^\circ</math> BS <math>-6,5^\circ</math></p> <p>Úhel naklonění stěračů v horní úvrati: FS <math>+0^\circ</math> BS <math>+4,5^\circ</math></p> <p>Kvalita stírání dle TL 934: *řidič – spodní okraj 3 nevytřené pruhy *spolujezdec – 2 nevytřené pruhy *známka: oba 5</p>

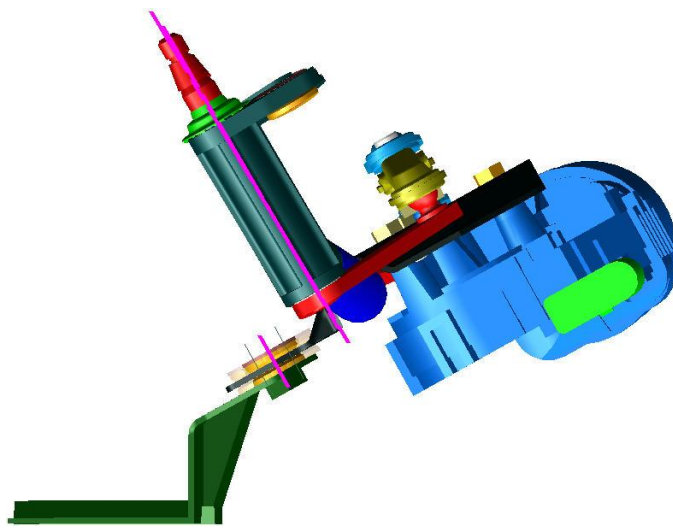
1., 2., 3. – pořadí jednotlivých bodů při utahování

Obr. 7 Simulace případů, které mohou při montáži nastat

Zároveň s tím byl prověřen jejich vliv na naklopení lišt vůči sklu a byla vyhodnocena kvalita stírání dle TL 934.

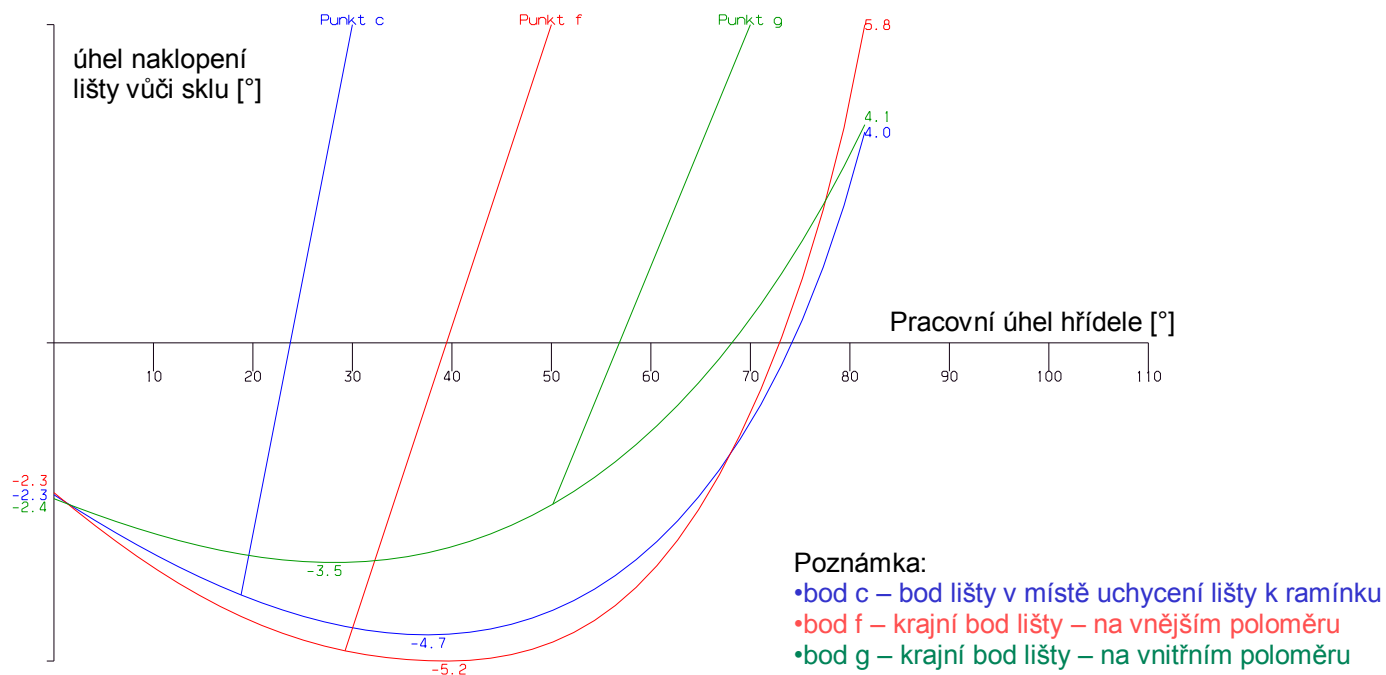
Z daného měření je vidět, že postup dotahování šroubů uchycení soupravy nemá vliv na kvalitu stírání a ani na hodnoty úhlů naklopení lišt, zato bylo prokázáno, že vychýlením soupravy se mění úhel naklopení lišt vůči sklu, toto vychýlení je dáno ovalným otvorem 3. upevňovacího bodu, který je použit z důvodu vymezení tolerancí řetězce. Vzhledem k vlastní hmotnosti motoru má souprava při montáži tendenci k vychýlení jedním směrem až do extrémní hodnoty. Kvalita stírání však v tomto případě zůstává stejná.

Teoreticky byl vyšetřen průběh normálových chyb pro dané případy uložení soupravy.



Obr. 8 Natočení mechanismu vlivem montáže – jmenovitá poloha

### Normalenfehler Wischerfeld: FS

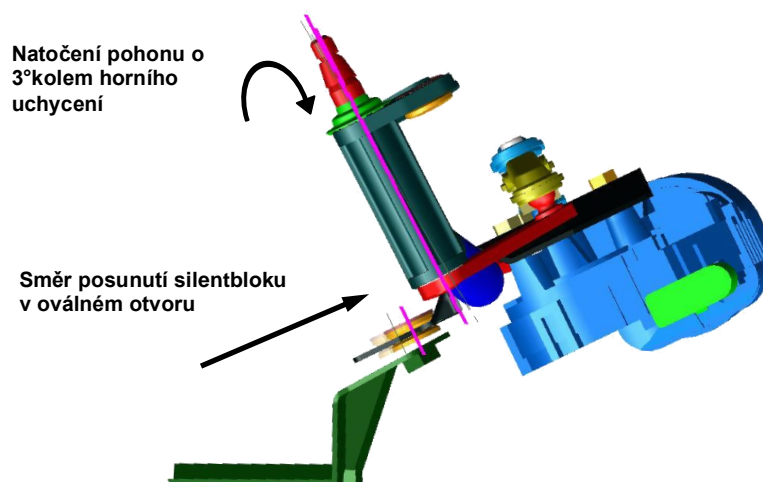


Gr. 2 Průběh normálové chyby, strana řidiče

### Normalenfehler Wischerfeld: BFS



Gr. 3 Průběh normálové chyby, strana spolujezdce



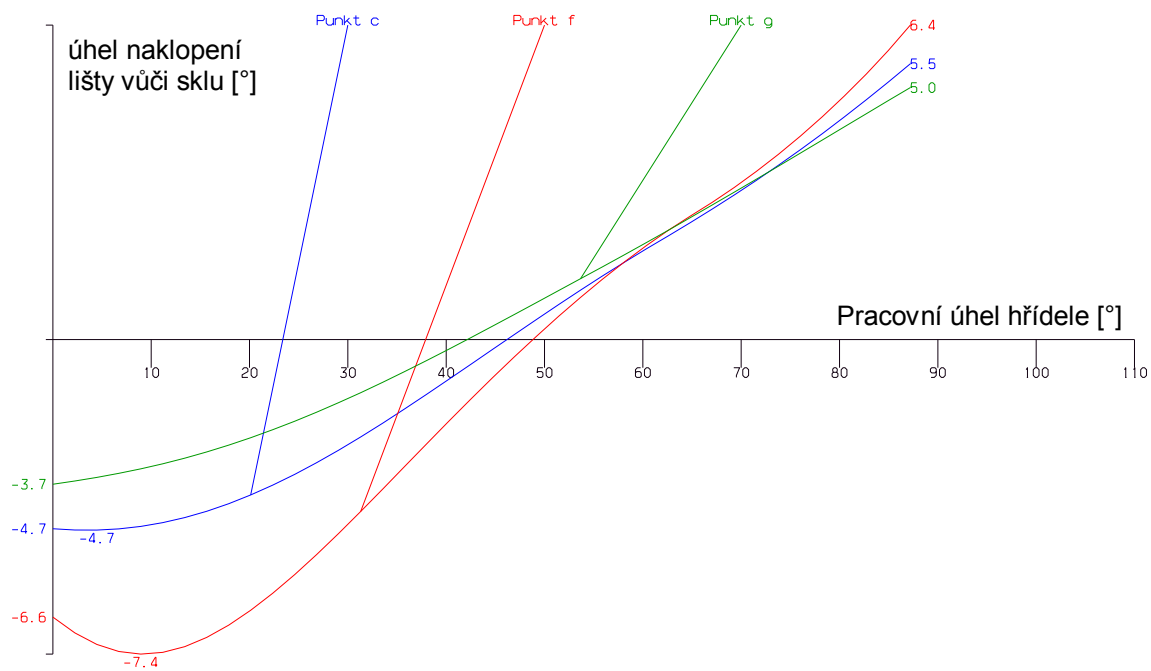
Obr. 9 Natočení mechanismu vlivem montáže – větší příklon ke sklu

Normalenfehler Wischerfeld: FS

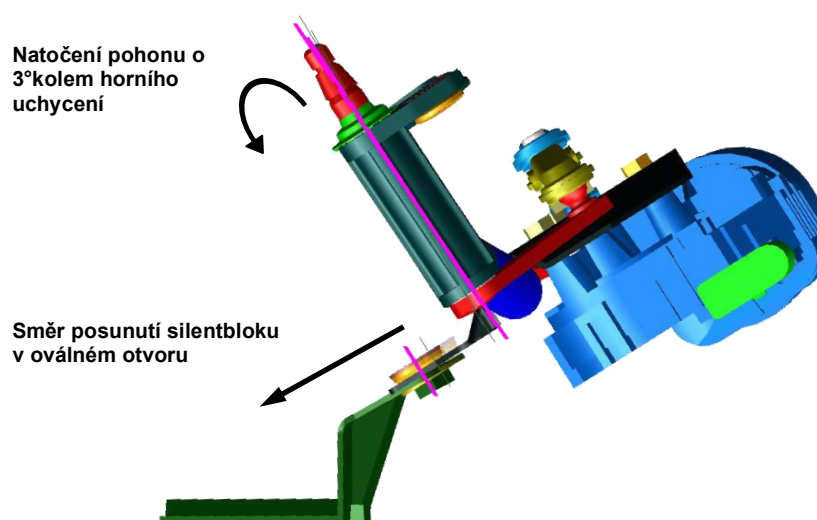


Gr. 4 Průběh normálové chyby, větší příklon ke sklu, strana řidiče

## Normalenfehler Wischerfeld: BFS

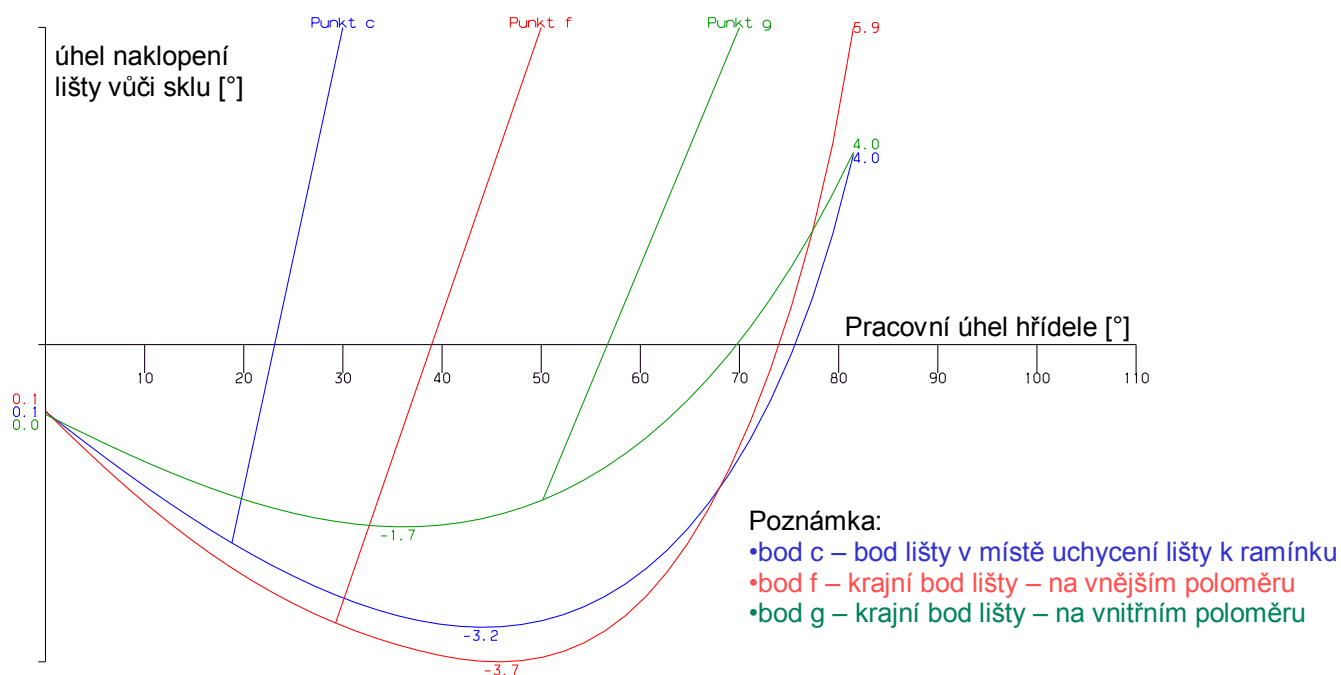


Gr. 5 Průběh normálové chyby, větší příklon ke sklu, strana spolujezdce



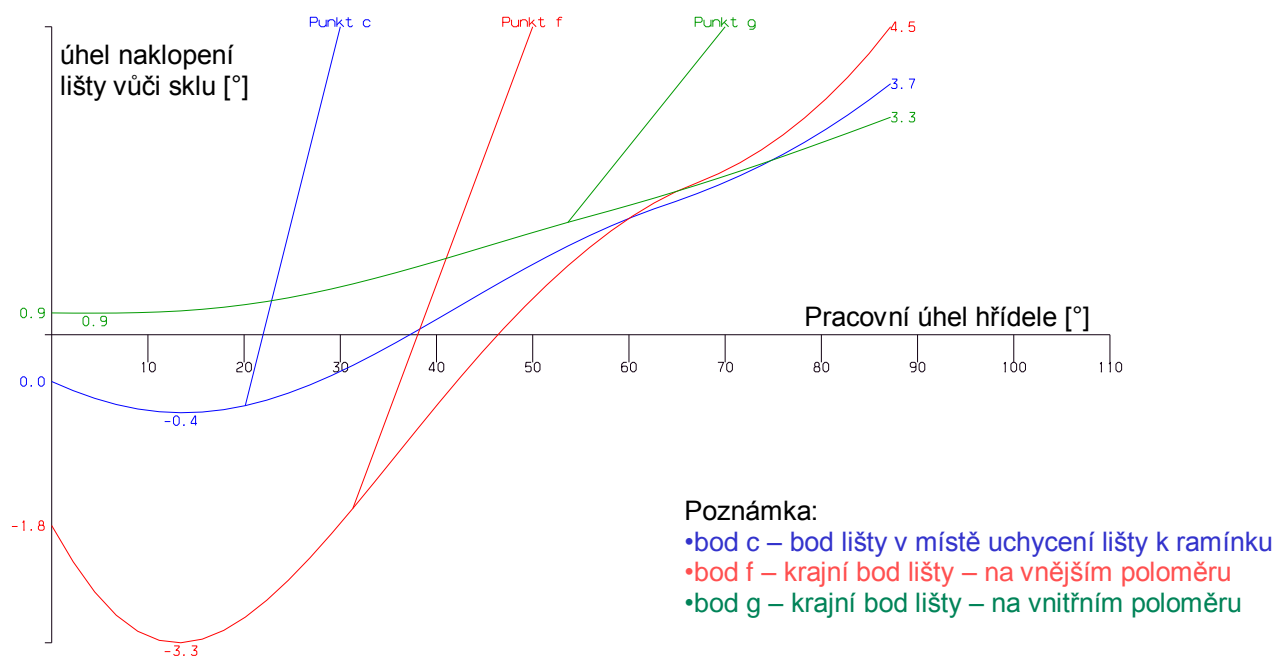
Obr. 10 Natočení mechanismu vlivem montáže – menší příklon ke sklu

# Normalenfehler Wischerfeld: FS



Gr. 6 Průběh normálové chyby, menší příklon ke sklu, strana řidiče

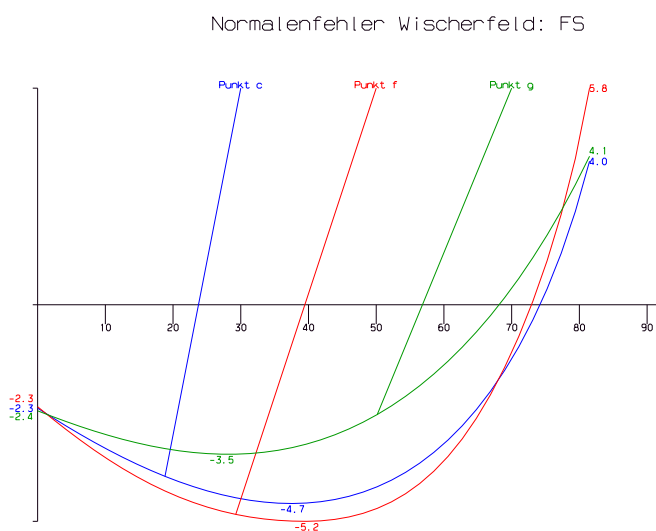
# Normalenfehler Wischerfeld: BFS



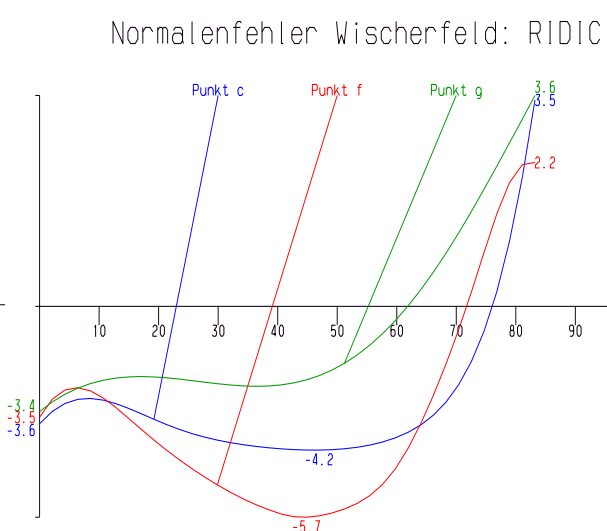
Gr. 7 Průběh normálové chyby, menší příklon ke sklu, strana spolujezdc

### 4.3. Ovlivnění úhlu naklopení lišt vlivem tvaru skla

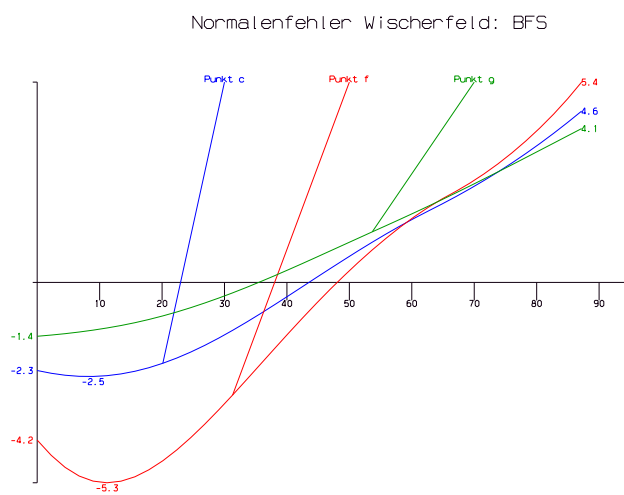
Na základě domluvy s dodavatelem čelního skla bylo provedeno detailní proměření tvaru povrchu skla pomocí 3D měřicího zařízení v měřicím středisku u dodavatele. Naměřené hodnoty jsem pak porovnal s datovým stavem a sestavil jsem graf průběhu normálové chyby:



Gr. 8 Normálový průběh, řidič datový stav



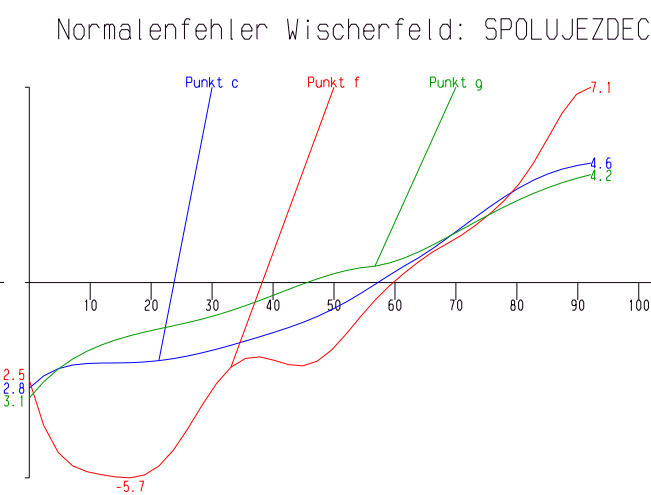
Gr. 9 Normálový průběh, řidič skutečný stav



Poznámka:

- bod c – bod lišty v místě uchycení lišty k ramínku
- bod f – krajní bod lišty – na vnějším poloměru
- bod g – krajní bod lišty – na vnitřním poloměru

Gr. 10 Normálový průběh, spolujezdec datový stav



Gr. 11 Normálový průběh, spolujezdec skutečný stav



Při následném porovnání skutečného tvaru skla s požadovaným datovým stavem jsem zjistil, že tvar skla je směrem k A sloupkům více zaoblen směrem do vozu. Naměřená plocha zde byla mimo toleranci cca o 3,2 mm. V podélných řezech pak v ose vozu je sklo spíše propadlé. Zde byla naměřena odchylka od datového stavu plochy cca o 2,7 mm mimo toleranci.

Závěrem lze tedy říci, že tvar skla je odchýlen od ideálního stavu a není ani ve vymezených tolerancích, což opět může mít negativní vliv na kvalitu stírání a ovlivní průběh normálové chyby stěračů tj. průběh naklopení lišt vůči sklu.

#### **4.4. Proměření jednotlivých komponent**

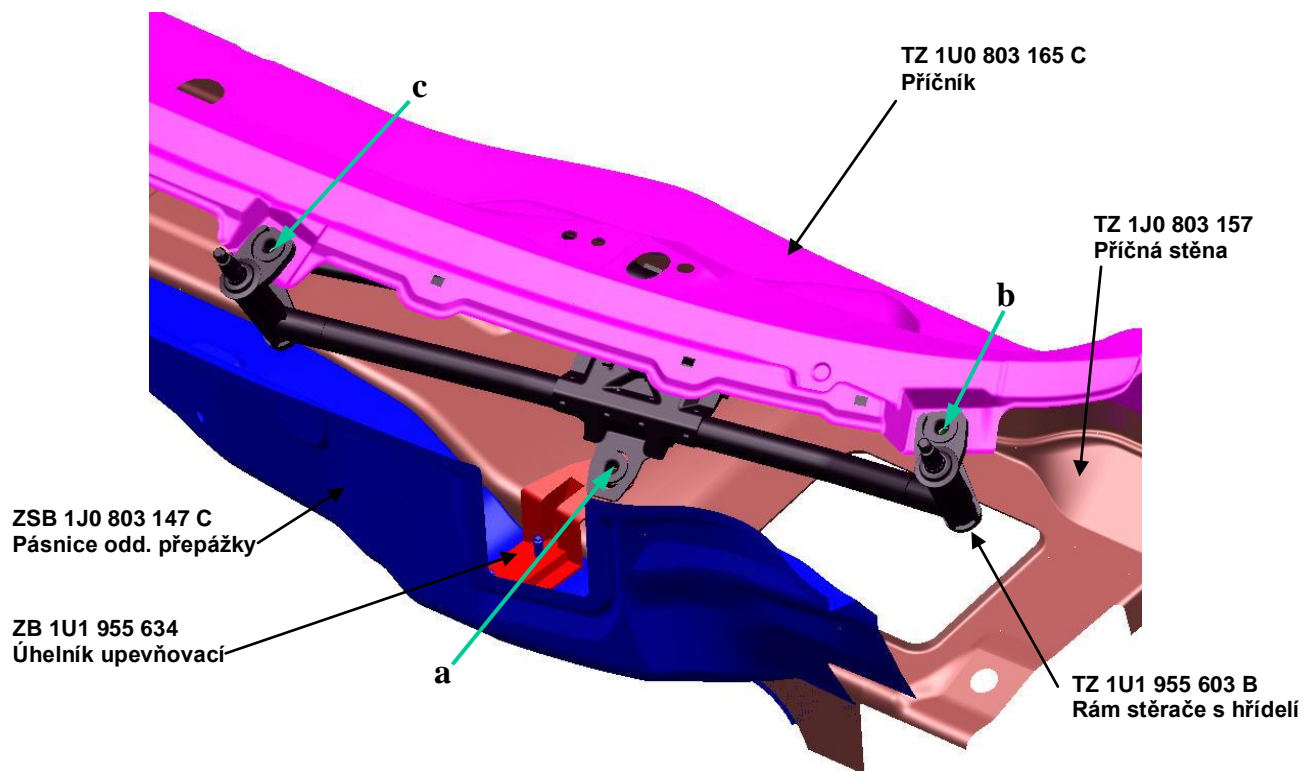
Za účelem zjištění, který z komponentů má největší vliv na odchýlení od předepsané hodnoty úhlu naklopení lišt od skla, byly proměřeny jednotlivé části daného konstrukčního řetězce.

- stírací souprava: vyhovující
- stíratka: vyhovující
- držák stírací soupravy: mimo tolerance, nevyhovující
- sklo: mimo tolerance, nevyhovující
- body uchycení stírací soupravy (RPS body karoserie): mimo tolerance, nevyhovující

#### **4.5. Teoretický výpočet tolerancí daného konstrukčního řetězce**

Komponenty a vazby vstupující do konstrukčního řetězce:

- výrobní tolerance stírátek, stírací soupravy a karoserie, tj. příčné stěny, konzolky pro uchycení stírací soupravy, dno vodního kanálu a plocha skla
- tolerance vazeb:
- uchycení stírací soupravy ke karoserii – tj. vazba mezi upevňovací konzolkou a 3. upevňovacím bodem, vazba mezi zbývajícimi 2 upevňovacími body stírací soupravy a příčniku a dále vazba mezi konzolkou a dnem vodního kanálu
- upevnění stíracích ramínek na hřídelky stírací soupravy
- upevnění stíracích lišt k ramínku
- vzájemná poloha stírátek a skla, tj. úhel naklopení lišt vůči sklu
- upevnění skla ke karoserii



Obr. 11 Celkový pohled na upevnění mechanismu

Pro jednotlivé uchycovací body stěračové soupravy je nutné zohlednit následující dílčí tolerance a z nich plynoucí toleranční řetězce:

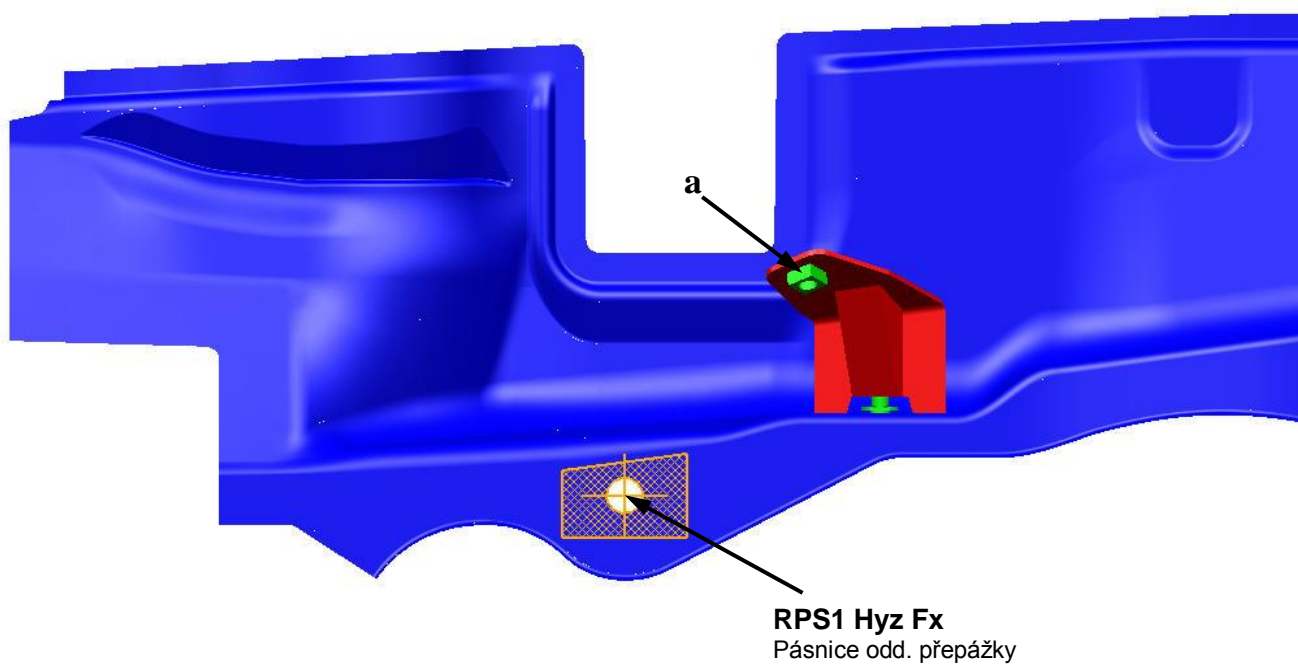
	X	Y	Z	Poznámka
RPS1	0	0	0	RPS-Pásnice oddělovací přepážky
A	--	--	$\pm 0.8$	Dosedací plocha pro úhelník upevňovací
B	$\pm 1.0$	$\pm 1.0$	--	Poloha zadního závitového čepu
C	--	$\pm 1.0$	--	Poloha předního závitového čepu
D	$\pm 0.3$	$\pm 0.3$	--	Vůle zadního otvoru na úhelníku
E	--	$\pm 0.3$	--	Vůle předního výstřihu na úhelníku (umožňuje natočení držáku kolem otvoru D)
F	$\pm 1.5$	$\pm 1.5$	$\pm 1.5$	Poloha otvoru pro upevnění stěračů vůči otvorům uchycení úhelníku (obec. tolerance)
Ma	$\pm 0.2$	$\pm 0.2$	$\pm 0.2$	Souosost přivařovací matice a otvoru
Ta	$\pm 3.0$	$\pm 4.3$	$\pm 2.5$	$Ta = RPS1 + A + B + C + D + E + F + Ma$
Tg	$\pm 1.8$	$\pm 2.1$	$\pm 1.7$	$Tg = \sqrt{RPS1^2 + A^2 + B^2 + C^2 + D^2 + E^2 + F^2 + Ma^2}$
Ts	$\pm 2.4$	$\pm 3.2$	$\pm 2.1$	$Ts = (Ta + Tg) / 2$

Ta – aritmetický součet tolerancí

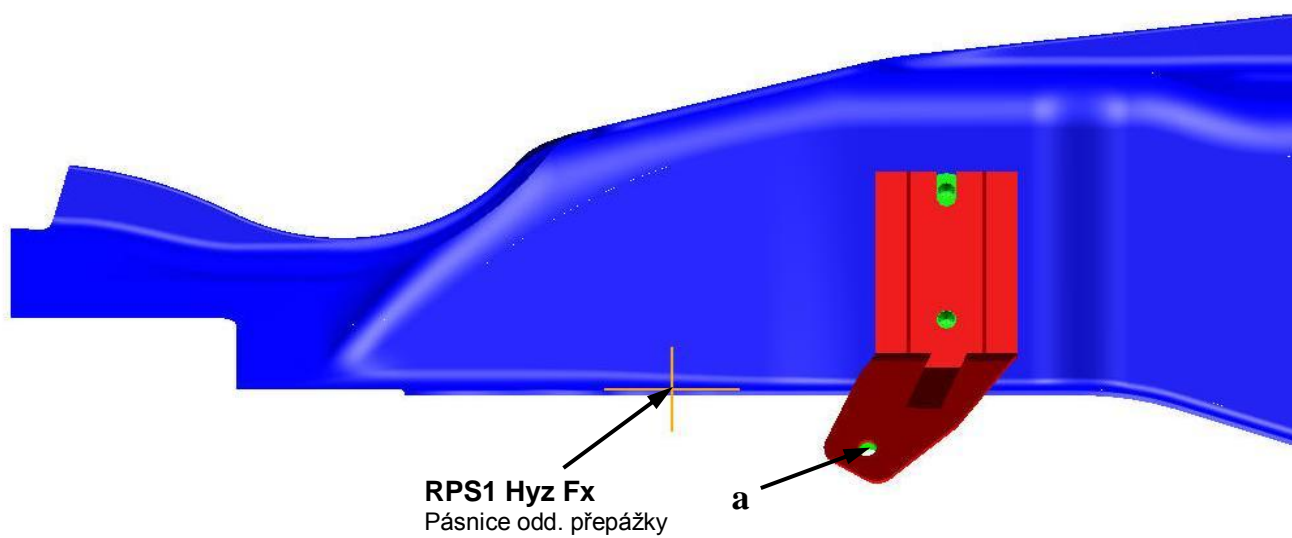
Tg – geometrický součet tolerancí

Ts – střední hodnota Ta a Tg

Tab. 3 Toleranční řetězec pro bod a

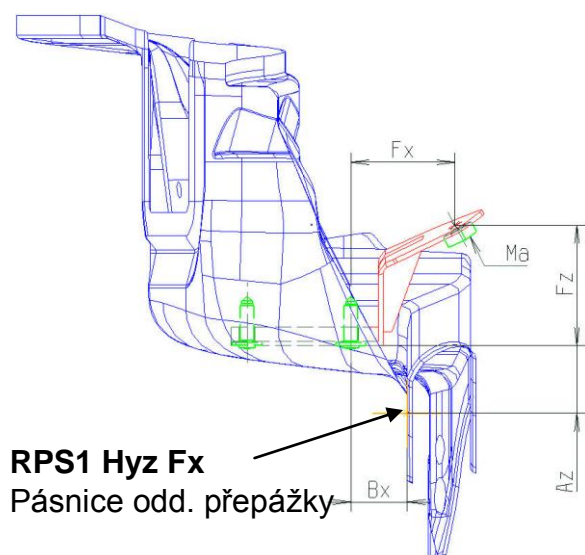


Obr. 12 Toleranční řetězec pro bod a, rovina YZ



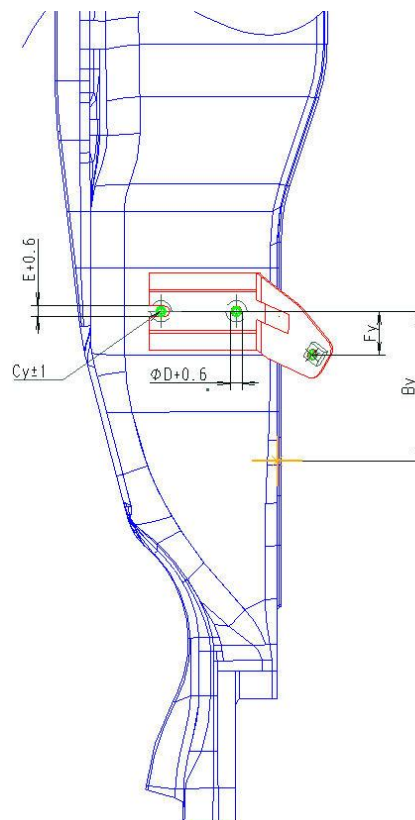
Obr. 13 Toleranční řetězec pro bod a, rovina XY

**XZ**



Obr. 14 Rozměry vstupující do řetězce bodu a,  
rovina XZ Obr.

**XY**



Obr. 15 Rozměry vstupující do řetězce bodu a,  
rovina XY

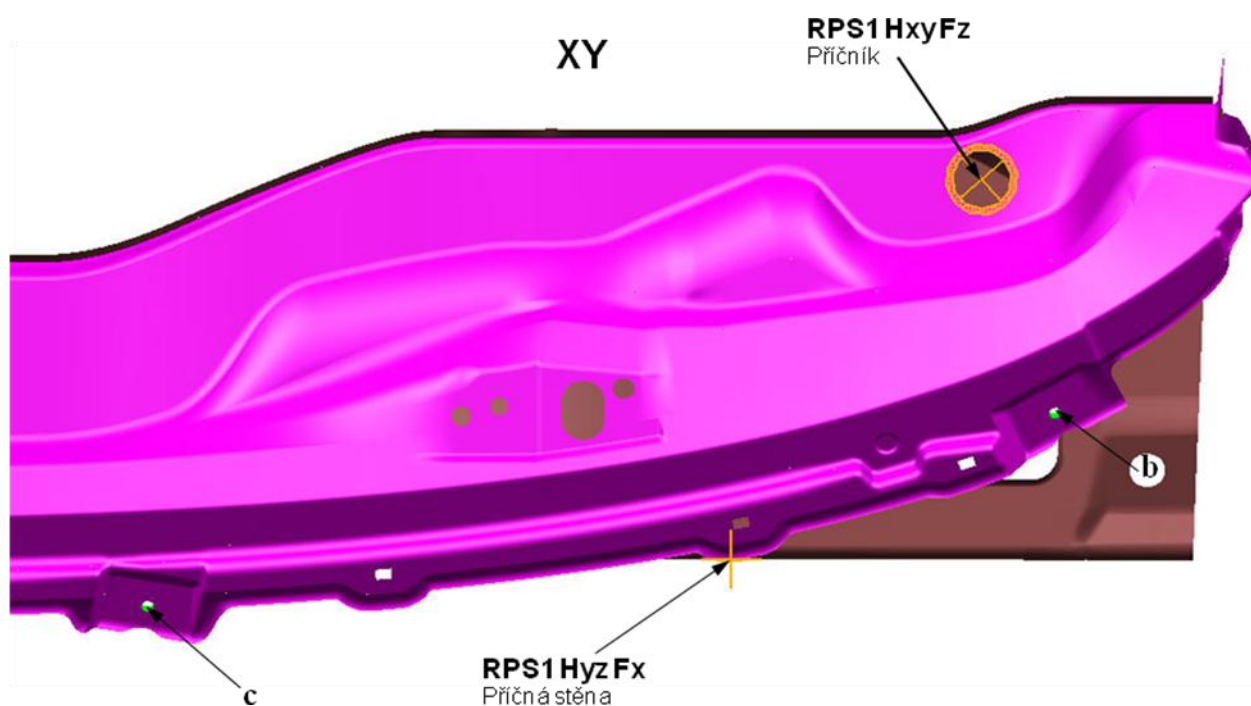
	X	Y	Z	Poznámka
RPS1	±0.2	±0.2	±0.2	RPS příčné stěny vůči RPS pásnice
G	±0.2	±0.2	±0.2	RPS příčnicku vůči RPS příčné stěny
H	±0.5	±0.5	±0.5	Bod b – poloha otvoru
Mb	±0.2	±0.2	±0.1	Souosost přivařovací matice a otvoru
Ta	±1.1	±1.1	±1.0	$Ta = RPS1 + G + H + Mb$
Tg	±0.6	±0.6	±0.6	$Tg = RPS2^2 + G^2 + H^2 + Mb^2$
Ts	±0.9	±0.9	±0.8	$Ts = (Ta + Tg) / 2$

Tab. 4 Toleranční řetězec pro bod b – osa stěrače řidiče

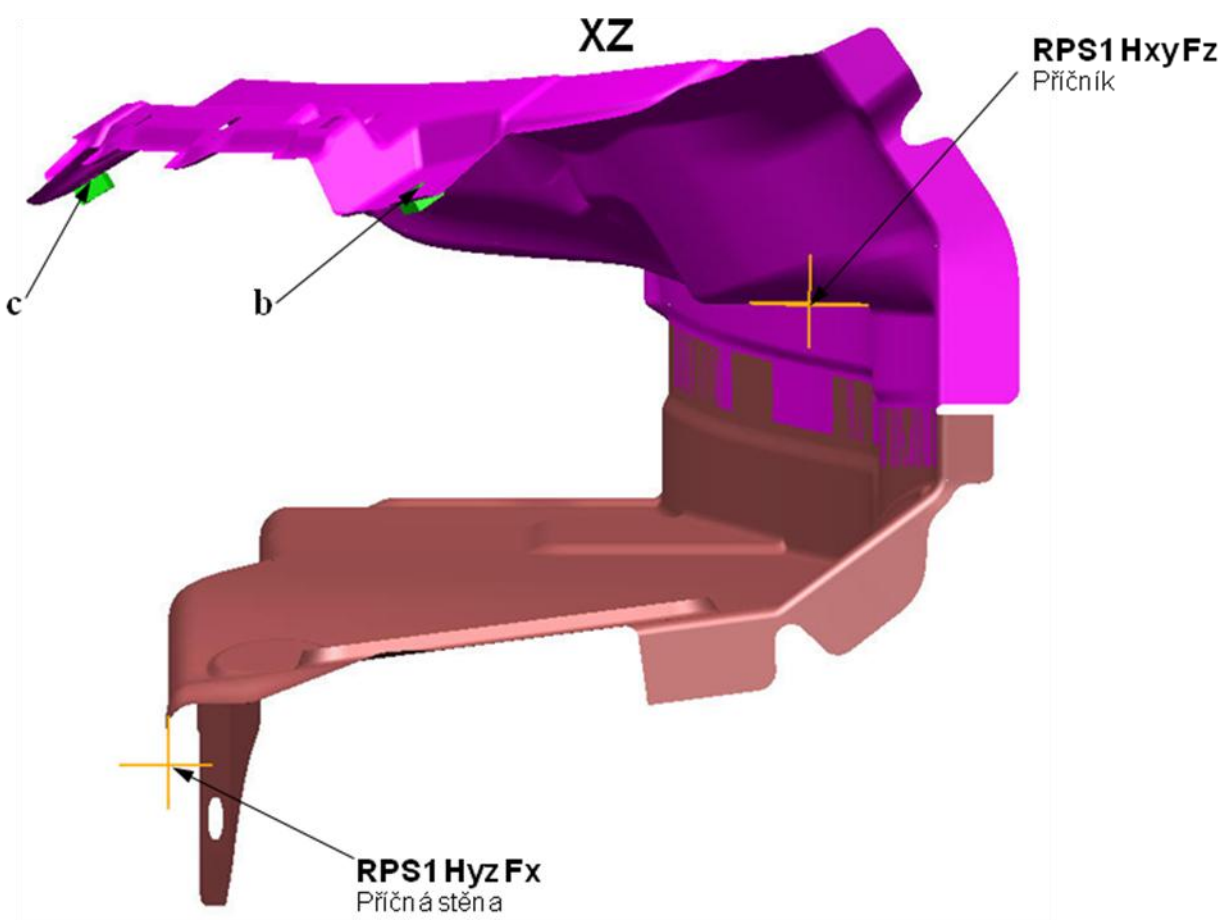
	X	Y	Z	Poznámka
RPS1	±0.2	±0.2	±0.2	RPS příčné stěny vůči RPS pásnice
G	±0.2	±0.2	±0.2	RPS příčnicku vůči RPS příčné stěny
J	±0.5	±0.5	±0.5	Bod c – poloha otvoru
Mc	±0.2	±0.2	±0.1	Souosost přivařovací matice a otvoru
Ta	±1.1	±1.1	±1.0	$Ta = RPS1 + G + J + Mc$
Tg	±0.6	±0.6	±0.6	$Tg = RPS2^2 + G^2 + J^2 + Mc^2$
Ts	±0.9	±0.9	±0.8	$Ts = (Ta + Tg) / 2$

Ta – aritmetický součet tolerancí  
Tg – geometrický součet tolerancí  
Ts – střední hodnota Ta a Tg

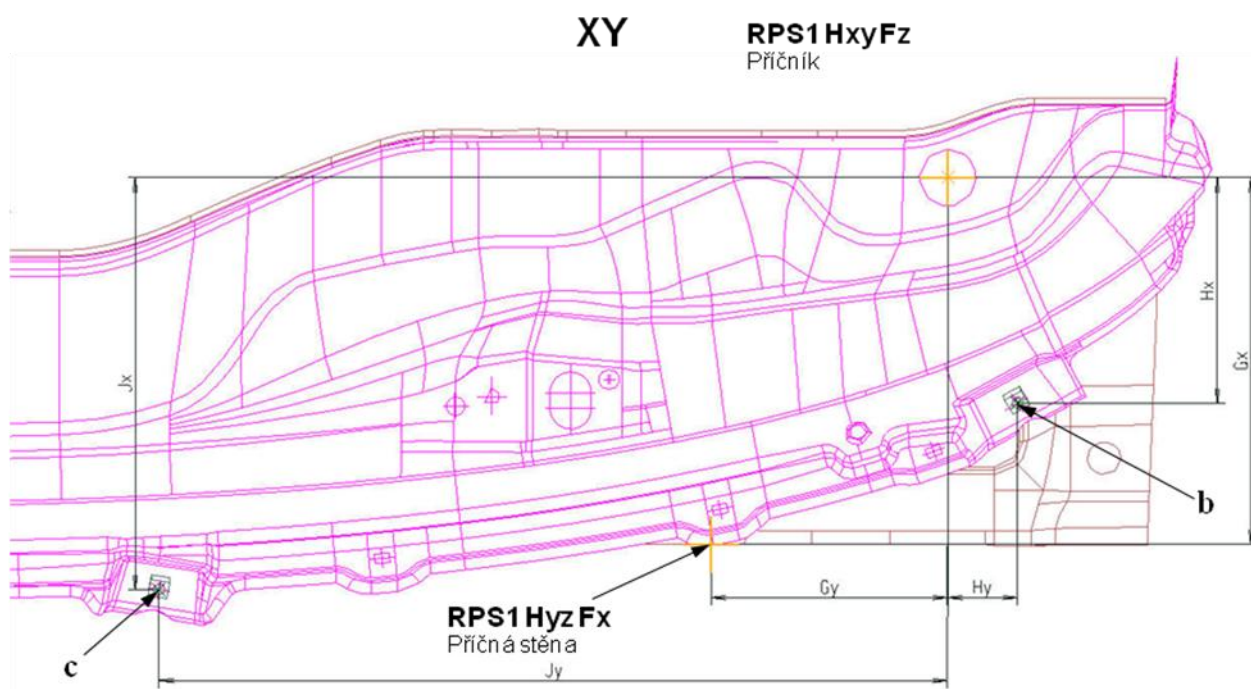
Tab. 5 Toleranční řetězec pro bod c – osa stěrače spolujezdce



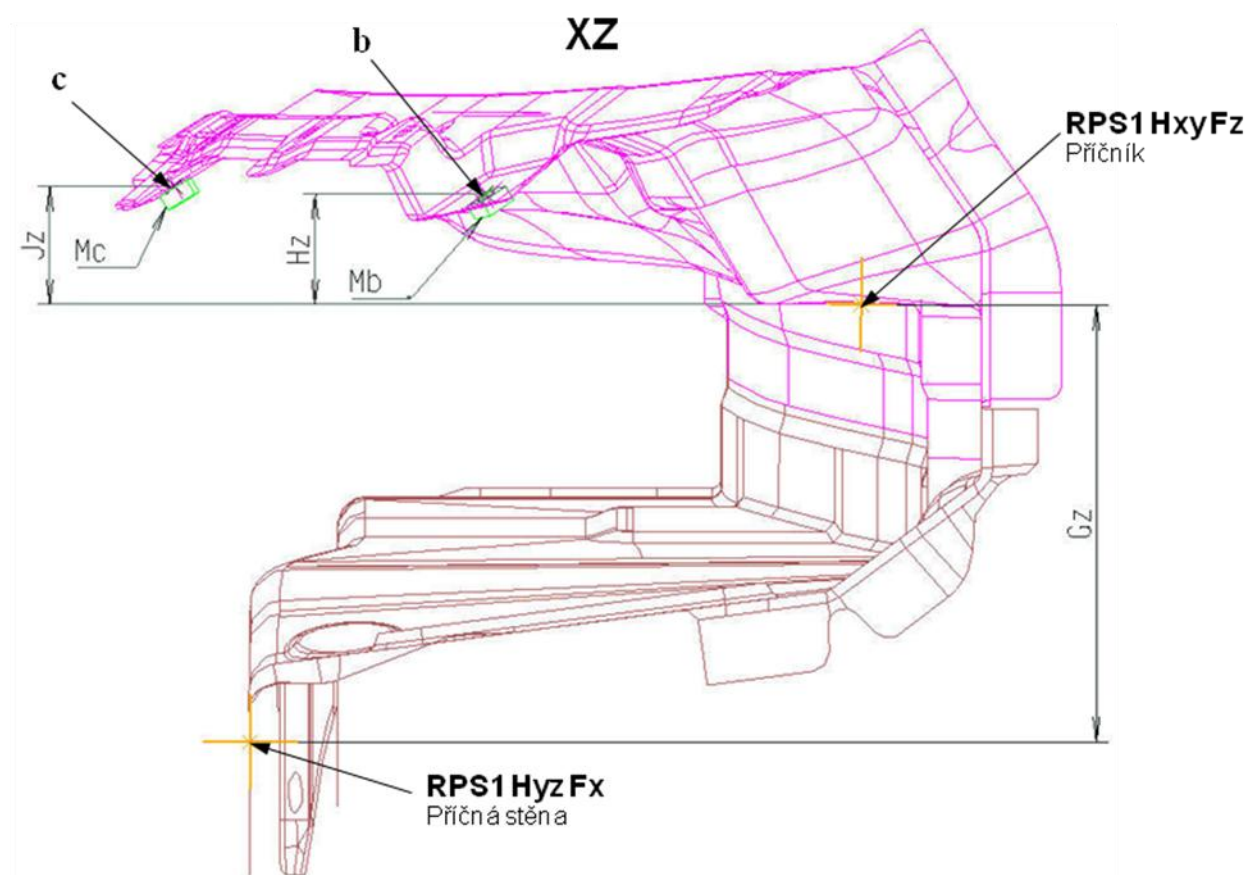
Obr. 16 Toleranční řetězec pro body b, c, rovina XY



Obr. 17 Toleranční řetězec pro body b, c, rovina XZ



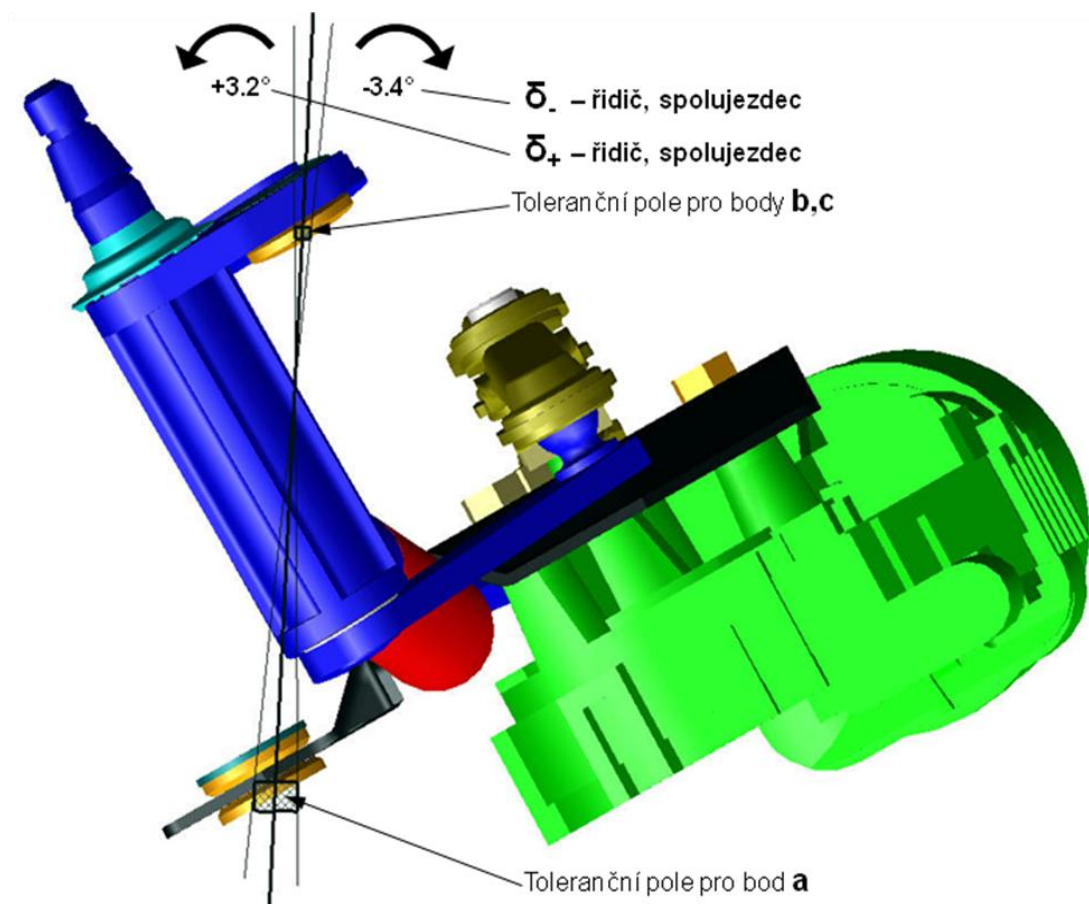
Obr. 18 Rozměry vstupující do řetězce bodu b, c, rovina XY



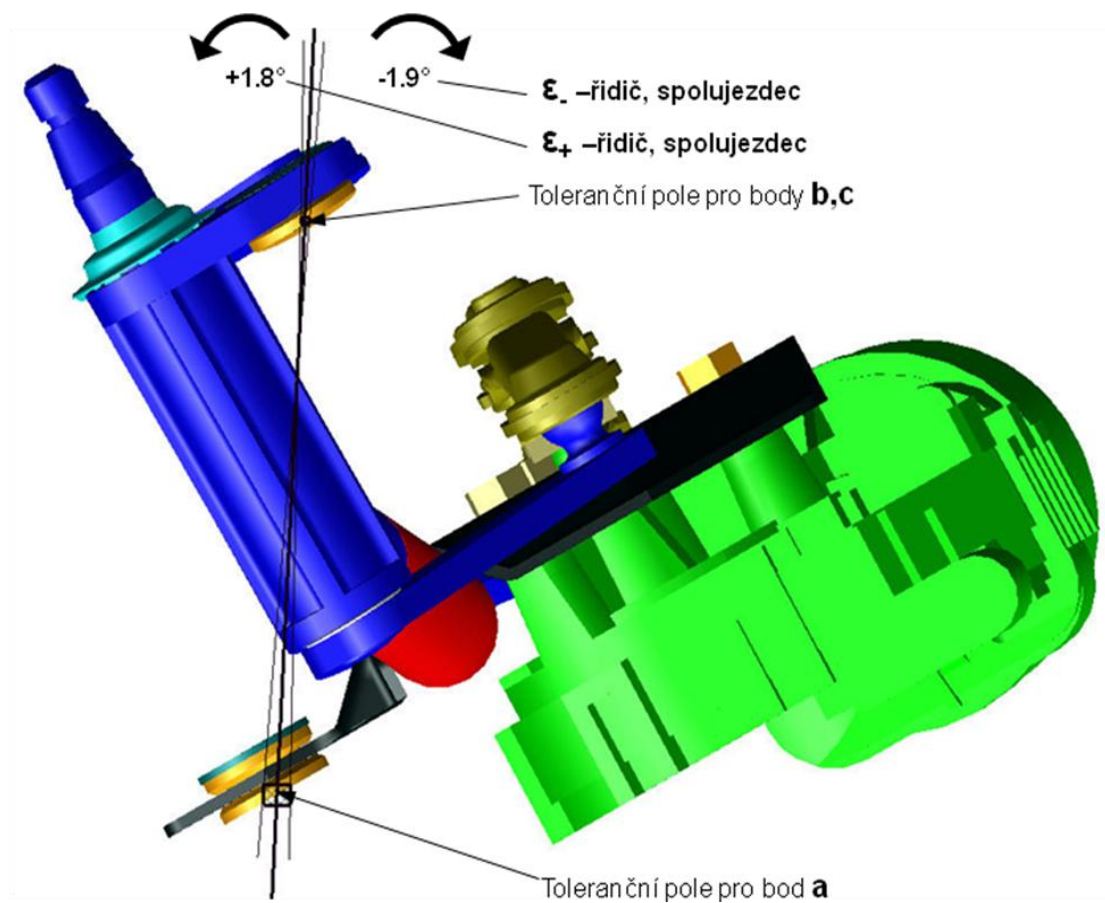
Obr. 19 Rozměry vstupující do řetězce bodu b, c, rovina XZ



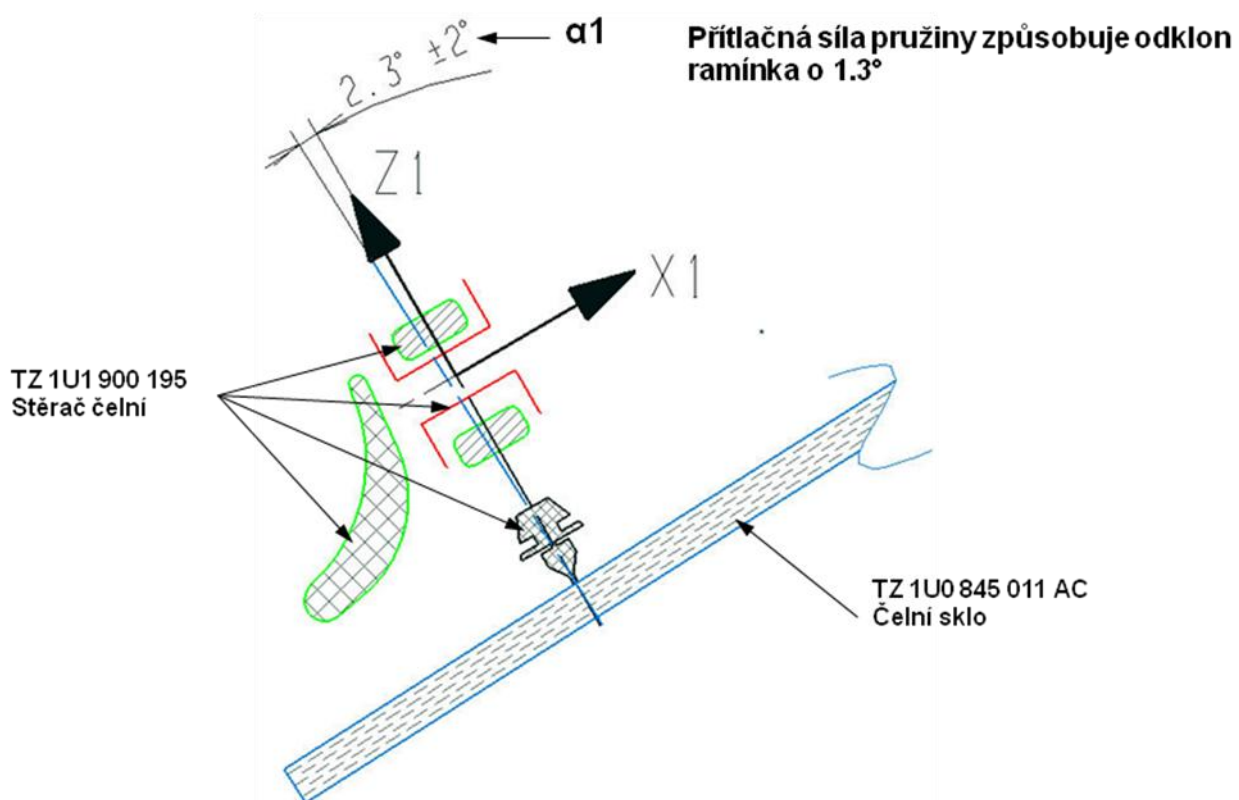
Uvedené hodnoty tolerancí je nutné promítnout do sledovaného parametru, tzn. výsledného úhlu příklonu stěrače ke sklu. Dále je potřeba započítat již výkresem definované tolerance úhlů souvisejících součástí řetězce, v našem případě stěračové soupravy. Vlastní zjišťování výsledného vlivu jednotlivých odchylek na sledované ovlivnění úhlu příklonu stěrače ke sklu jsem prováděl pomocí simulace v CAD s pomocí 3D modelů jednotlivých součástí.



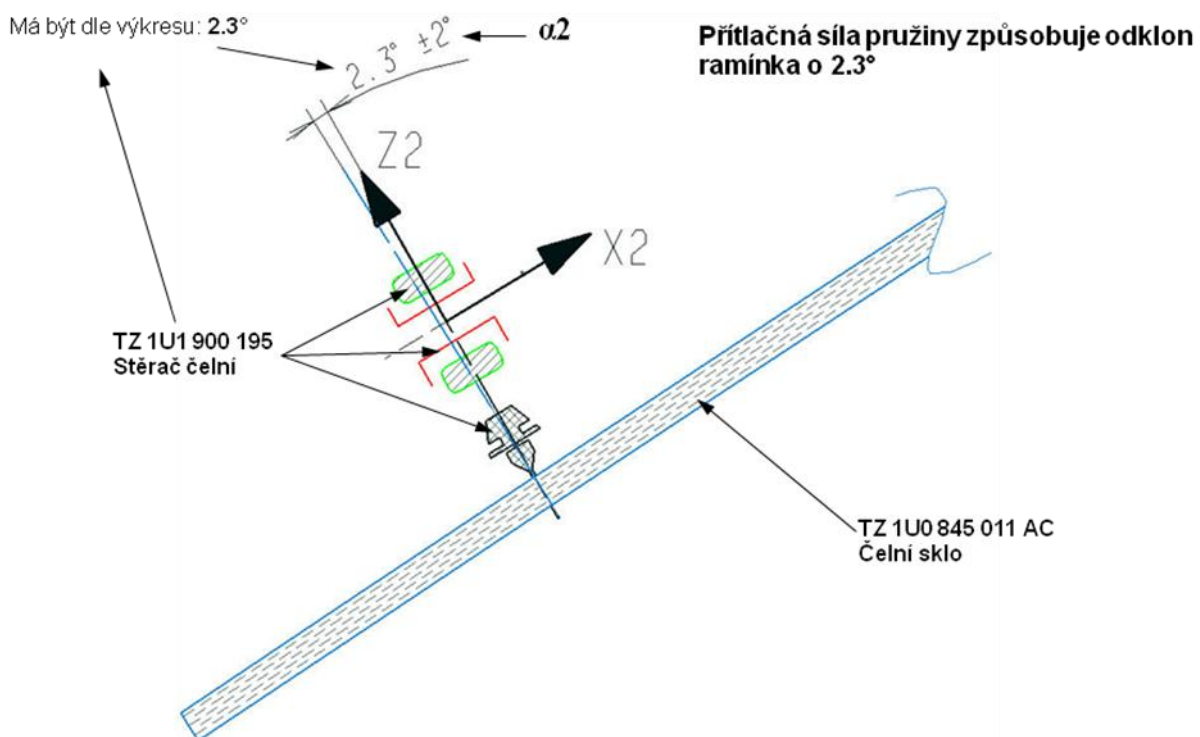
Obr. 20 Natočení stěračové soupravy vlivem tolerance plechů – aritmetický součet tolerancí



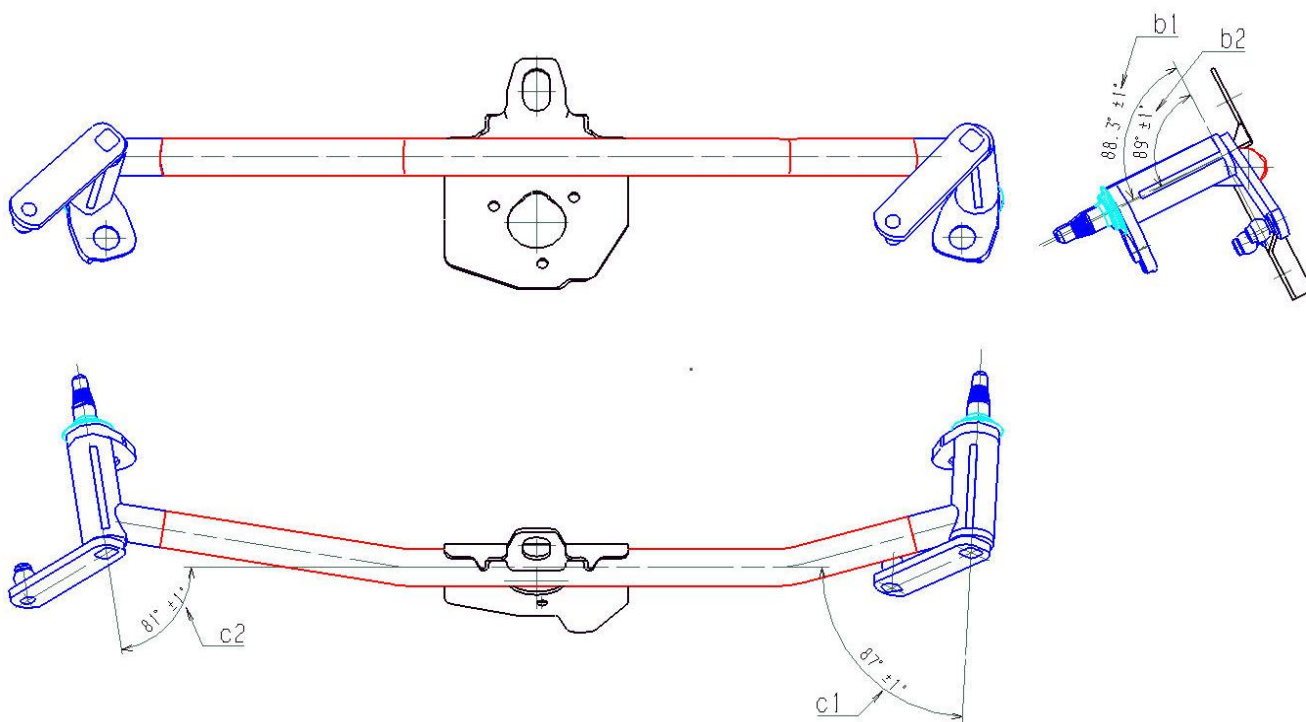
Obr. 21 Natočení stěračové soupravy vlivem tolerance plechů – geometický součet tolerancí



Obr. 22 Výchozí osový kříž pro normálovou odchylku ve středu lišty řidiče



Obr. 23 Výchozí osový kříž pro normálovou odchylku ve středu lišty spolujezdce



Obr. 24 Tolerance stěračové soupravy

Následující dílčí tolerance převedené na úhel příklonu stěrače ke sklu je nutné zohlednit při výpočtu výsledné tolerance sledovaného úhlu.

	Úhel	Poznámka
$\alpha_1$	$\pm 2.0^\circ$	Ramínko -TZ 1J1 955 409 A
$\beta_1$	$\pm 1.0^\circ$	Osa - projektováno do X1Z1
$\gamma_1$	$\pm 0.1^\circ$	Osa - projektováno do X1Z1
$\delta_+$	$+3.2^\circ$	Karoserie - projektováno do X1Z1, aritmetický součet tolerancí (zvětšení příklonu ke sklu)
$\delta_-$	$-3.4^\circ$	Karoserie - projektováno do X1Z1, aritmetický součet tolerancí (zmenšení příklonu ke sklu)
$\epsilon_+$	$+1.8^\circ$	Karoserie - projektováno do X1Z1, geometrický součet tolerancí (zvětšení příklonu ke sklu)
$\epsilon_-$	$-1.9^\circ$	Karoserie - projektováno do X1Z1, geometrický součet tolerancí (zmenšení příklonu ke sklu)
$\zeta$	$\pm 1.0^\circ$	Sklo - TZ 1U1 845 011 B
$T_{a+}$	$+7.3^\circ$	$T_a = \alpha_1 + \beta_1 + \gamma_1 + \delta_+ + \zeta$
$T_{g+}$	$+3.0^\circ$	$T_g = \alpha_1^2 + \beta_1^2 + \gamma_1^2 + \epsilon_+^2 + \zeta^2$
$T_{s+}$	$+5.2^\circ$	$T_s = (T_a + T_g)/2$
$T_{a-}$	$-7.5^\circ$	$T_a = \alpha_1 + \beta_1 + \gamma_1 + \delta_- + \zeta$
$T_{g-}$	$-3.1^\circ$	$T_g = \alpha_1^2 + \beta_1^2 + \gamma_1^2 + \epsilon_-^2 + \zeta^2$
$T_{s-}$	$-5.3^\circ$	$T_s = (T_a + T_g)/2$

Tab. 6 Konečný toleranční řetězec promítnutý do výchozího osového kříže pro normálovou odchylku ve středu lišty řidiče

	Úhel	Poznámka
$\alpha_2$	$\pm 2.0^\circ$	Ramínko - TZ 1J1 955 410 A
$\beta_2$	$\pm 0.9^\circ$	Osa - projektováno do X2Z2
$\gamma_2$	$\pm 0.3^\circ$	Osa - projektováno do X2Z2
$\delta_+$	$+3.2^\circ$	Karoserie - projektováno do X2Z2, aritmetický součet tolerancí (zvětšení příklonu ke sklu)
$\delta_-$	$-3.4^\circ$	Karoserie - projektováno do X2Z2, aritmetický součet tolerancí (zmenšení příklonu ke sklu)
$\epsilon_+$	$+1.8^\circ$	Karoserie - projektováno do X2Z2, geometrický součet tolerancí (zvětšení příklonu ke sklu)
$\epsilon_-$	$-1.9^\circ$	Karoserie - projektováno do X2Z2, geometrický součet tolerancí (zmenšení příklonu ke sklu)
$\zeta$	$\pm 1.0^\circ$	Sklo - TZ 1U1 845 011 B
Ta+	$+7.4^\circ$	$Ta = \alpha_2 + \beta_2 + \gamma_2 + \delta_+ + \zeta$
Tg+	$+3.0^\circ$	$Tg = \alpha_2^2 + \beta_2^2 + \gamma_2^2 + \epsilon_+^2 + \zeta^2$
Ts+	$+5.2^\circ$	$Ts = (Ta + Tg) / 2$
Ta-	$-7.6^\circ$	$Ta = \alpha_2 + \beta_2 + \gamma_2 + \delta_- + \zeta$
Tg-	$-3.1^\circ$	$Tg = \alpha_2^2 + \beta_2^2 + \gamma_2^2 + \epsilon_-^2 + \zeta^2$
Ts-	$-5.3^\circ$	$Ts = (Ta + Tg) / 2$

Tab. 7 Konečný toleranční řetězec promítnutý do výchozího osového kříže pro normálovou odchylku ve středu lišty spolujezdce

Výsledná tolerance příklonu stěračů ke sklu:

Strana řidiče

- **2,3°** - nominální poloha stírací lišty (viz.  $\alpha_1$ )

**+1,3°** - deformace vlivem přitlačné síly pružiny

- **1,0°**

-  $8,5^\circ < \text{Stírací lišta} < +6,3^\circ$  -aritmetický součet tolerancí

-  $4,1^\circ < \text{Stírací lišta} < +2,0^\circ$  -geometrický součet tolerancí

- **6,3° < Stírací lišta < +4,2°** -střední hodnota

Strana spolujezdce

-  $2,3^\circ$  - nominální poloha stírací lišty (viz.  $\alpha_2$ )

$+2,3^\circ$  - deformace vlivem přitlačné síly pružiny  
 $0,0^\circ$

-  $8,4^\circ < \text{Stírací lišta} < +6,6^\circ$  -aritmetický součet tolerancí

-  $3,9^\circ < \text{Stírací lišta} < +2,4^\circ$  -geometrický součet tolerancí

-  $6,1^\circ < \text{Stírací lišta} < +4,4^\circ$  -střední hodnota

#### 4.6. Měření kvality stírání na lince

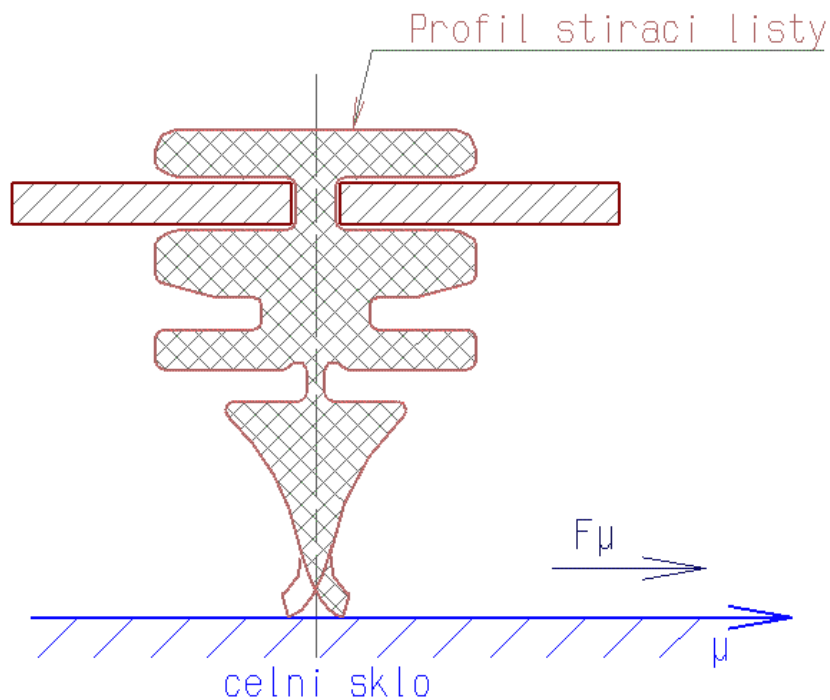
Kromě vlastního měření úhlů naklopení stěračů ke sklu jsem na výrobní lince vozu s vyhodnocením dle normy TL 934 sledoval také kvalitu stírání. Zjistil jsem, že všechny vyrobené vozy procházejí procesem konzervace, kde je na karoserii a jiné části vozu stříkáním nanесena ochranná vrstva konzervačního prostředku. Tato vrstva slouží jako ochrana při transportu vozu do cílové destinace. Provedl jsem vyhodnocení kvality stírání také na vozech před a po konzervaci a zjistil jsem, že ve většině případů došlo ke zhoršení výsledné známky kvality stírání dle TL 934. Příčinou bylo nedostatečné zakrytí čelního skla vozu při procesu nanášení konzervačního prostředku, který se takto dostal na plochu čelního skla vozu.

Stejně měření kvality stírání jsem provedl také u venku odstavených vozů, které jsou připraveny na transport ze závodu s cílem ověřit vliv okolního prostředí na funkci stěračů. Tato skupina vozů neprochází procesem konzervace. V tomto případě bylo také prokázáno zhoršení kvality stírání.

V obou případech je důvodem zhoršení kvality stírání chemická vrstva ve formě mastnoty, která se vytvoří na čelním skle. Vlivem této vrstvy dojde ke změně hodnoty koeficientu tření a tím ke změně hodnoty třecí síly, která má za následek zhoršení funkce systému.

Po očištění čelního okna pomocí libovolného odmašťovacího přípravku na bázi alkoholu, dojde k narušení této vrstvy, tím pádem k opětovné změně koeficientu tření na požadovanou hodnotu, která má za následek zlepšení kvality stírání.

## Graf závislosti třecí síly



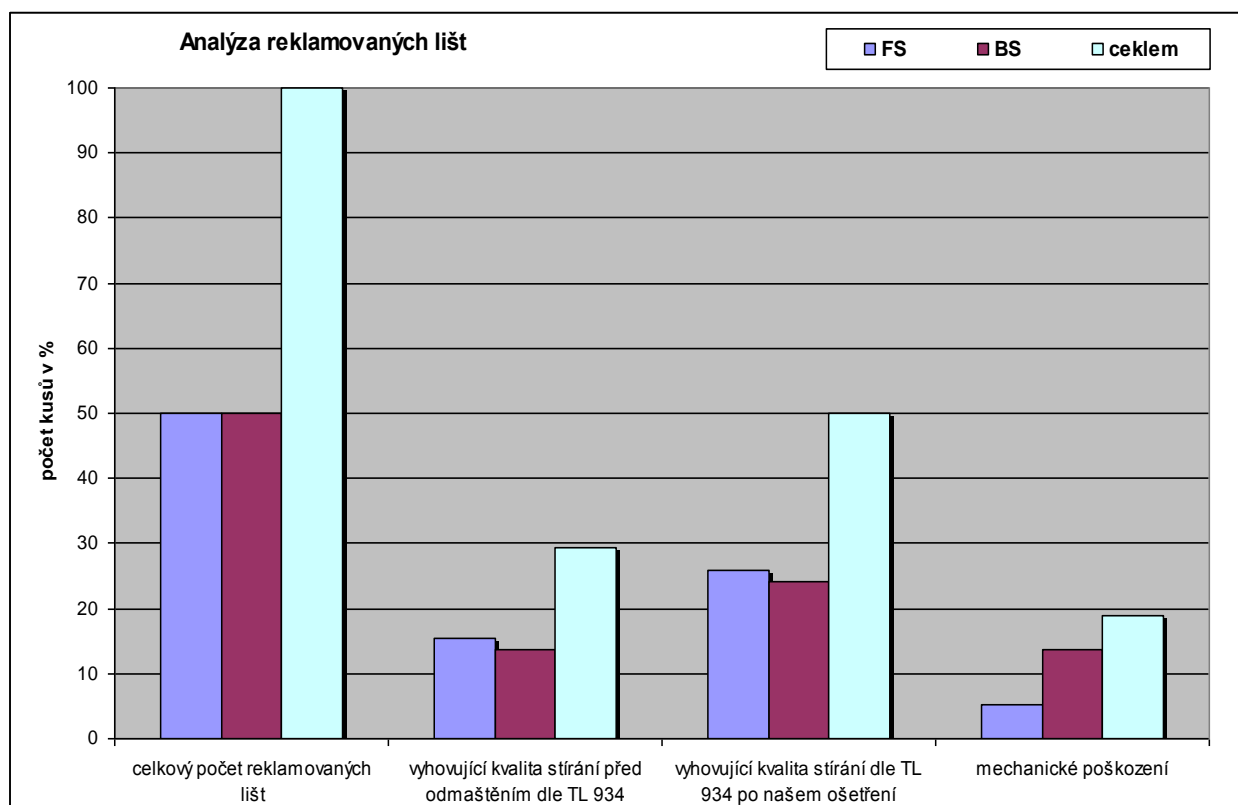
Gr. 12 Graf závislosti třecí síly

### 4.7. Analýza reklamovaných dílů

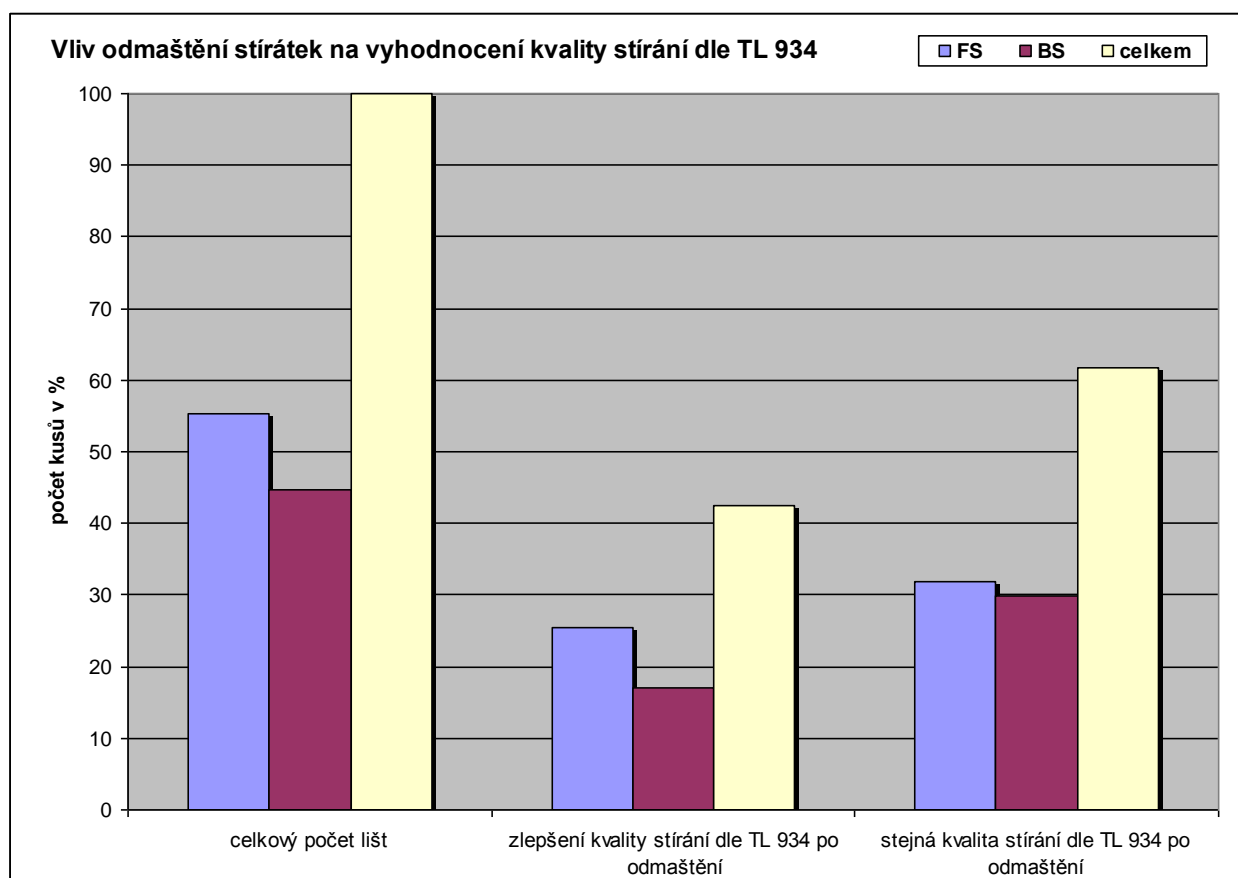
Po dohodě s oddělením kvality jsem dostal k analýze díly, které byly v zákaznické síti reklamovány a vyměněny.

Tyto díly jsem postupně přezkoušel na zkušebním stavu s vyhodnocením známky kvality stírání dle TL 934. Nejprve v takovém stavu, v jakém byly dodány, poté jsem je odmastil, případně mechanicky opravil a provedl opětovné vyhodnocení.





Gr. 13 Analýza vyhodnocení reklamovaných stíracích lišt



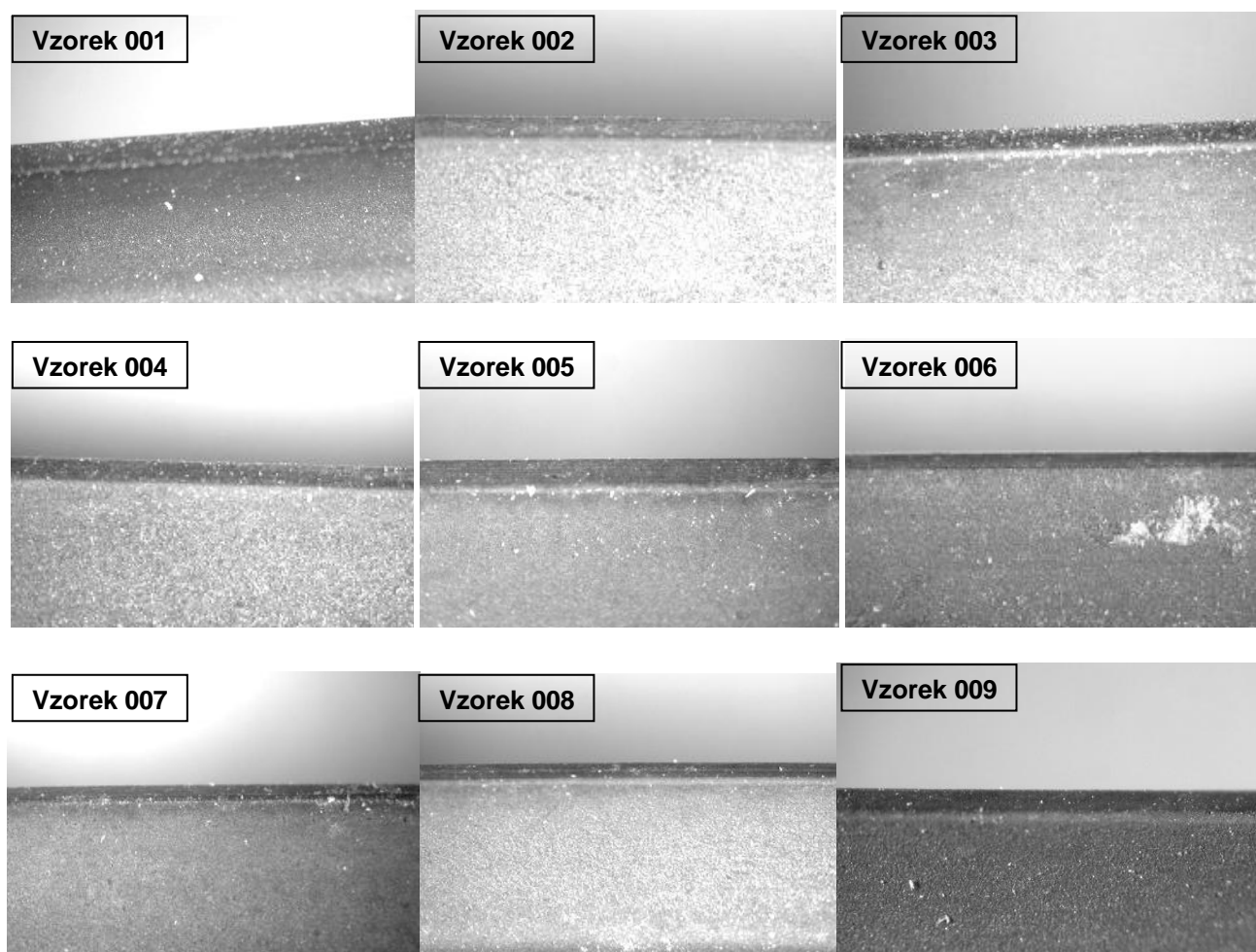
Gr. 14 Analýza vlivu odmaštění reklamovaných stíracích lišt

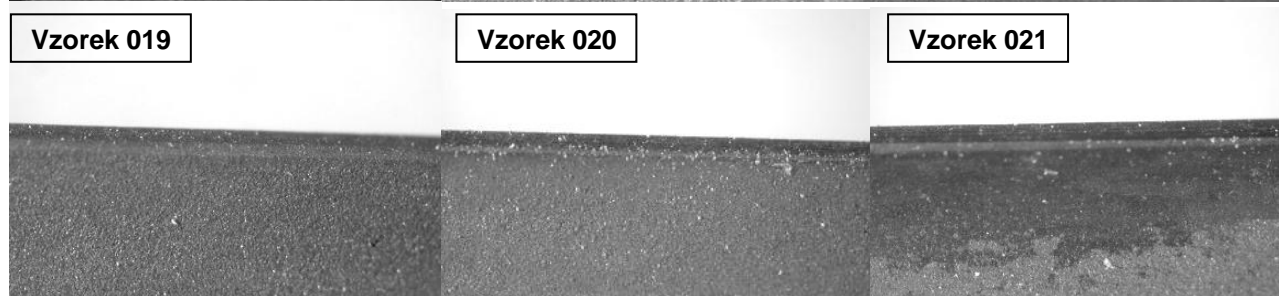
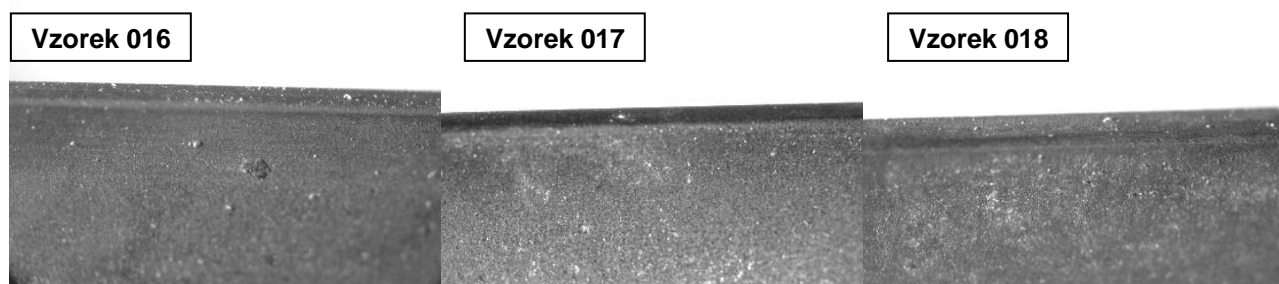
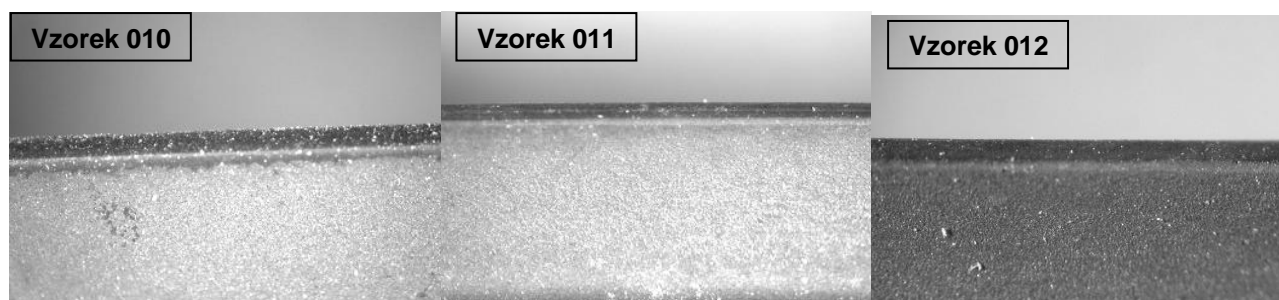
Z přiloženého grafického znázornění je vidět, že byl měřením prokázán vliv mastnoty a mechanického poškození stíracích lišt na výslednou kvalitu stírání. Mastnota se může na sklo vozu dostat při nevhodném postupu při čištění skla, nebo po projetí myčkou s použitím voskovacího programu, který zanechá na skle nežádoucí film. Je proto nutné čelní sklo vozu v pravidelných intervalech odmašťovat.

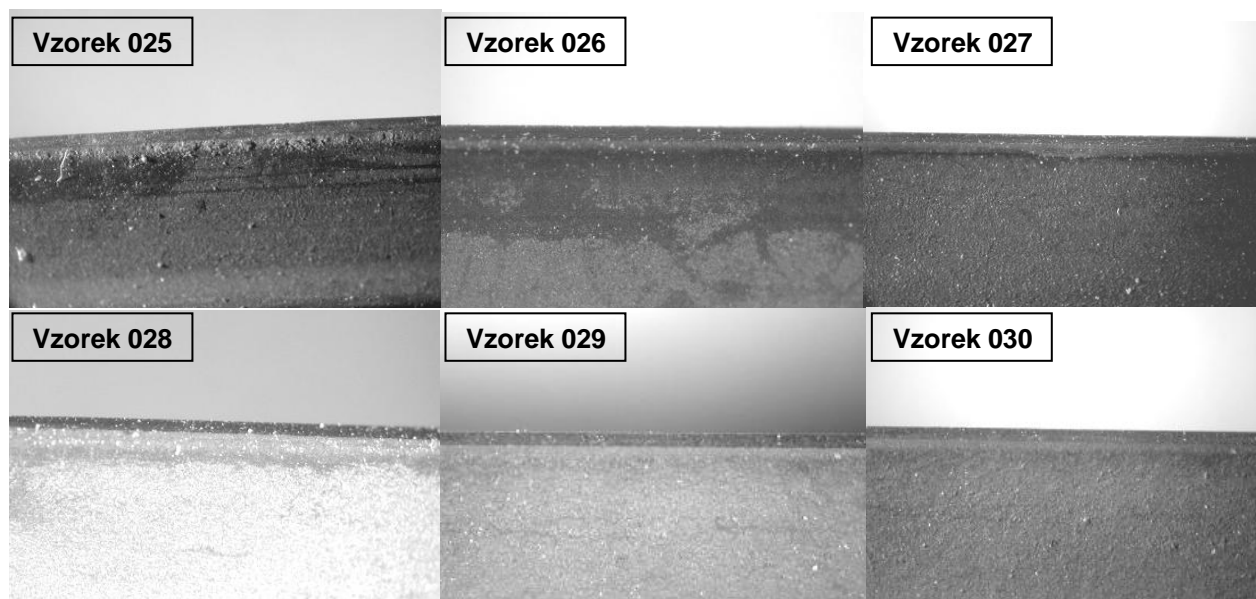
Pro úplnost jsem provedl mikroskopické posouzení dodaných reklamovaných a nových dílů stažených přímo z montážní linky abych získal představu o aktuálním stavu bříty stírací gumičky v sériové produkci a přibližný odhad stáří reklamovaných dílů. Posuzoval jsem hlavně stav hrany stírací pryže, její opotřebení v případě použitých dílů, eventuelně nežádoucí elementy či stavy související s kvalitou dílu.

Při analýze reklamovaných dílů bylo zjištěno několik skutečností:

- byly reklamovány díly, které byly dle stavu stírací gumičky dávno po životnosti
- byly reklamovány díly, které dle TL 934 jsou ještě v pořádku (po odmaštění / před odmaštěním)
- některé díly vykazovali značné mechanické poškození







Obr. 25 Fotografie reklamovaných lišt od zákazníků, stav stíracích gum

Popis fotografií jednotlivých vzorků stíracích gum:

**Pozn.: N** – nevyhovující dle TL 934, **V** – vyhovující, číslo udává známku kvality stírání dle TL 934, první je pro **FS**, druhé pro **BS**, 1 – nejhorší kvalita stírání, 10 – nejlepší kvalita stírání

Vzorek 001: Známka kvality stírání před odm.: N 3/3 po odm.: N 3/3  
Poznámka: gumička nová, hrana bříty ostrá

Vzorek 002: Známka kvality stírání před odm.: N 3/3 po odm.: V 4/4  
Poznámka: hrana bříty mírně opotřebená,

Vzorek 003: Známka kvality stírání před odm.: N 3/3 po odm.: N 3/3  
Poznámka: hrana bříty mírně opotřebená

Vzorek 004: Známka kvality stírání před odm.: N 3/3 po odm.: N 3/3  
Poznámka: hrana bříty ještě ostrá

Vzorek 005: Známka kvality stírání před odm.: N 3/3 po odm.: N 3/3  
Poznámka: hrana bříty mírně opotřebená

Vzorek 006: Známka kvality stírání před odm.: N 1/1 po odm.: N 1/1  
Poznámka: u obou stírátek utržen břit na koncích lišty

Vzorek 007: Známka kvality stírání před odm.: N 2/1 po odm.: N 3/1  
Poznámka: hrana bříty opotřebená, BS poskakuje

Vzorek 008: Známka kvality stírání před odm.: N 3/1 po odm.: N 3/2  
Poznámka: hrana bříty mírně opotřebená, u BS vypadlá planžeta

Vzorek 009: Znamka kvality stírání před odm.: V4/ N1 po odm.: V 5/4  
Poznámka: hrana bříty opotřebená, u BS vypadlá planžeta

Vzorek 010: Znamka kvality stírání před odm.: N 3/1 po odm.: N 3/2  
Poznámka: hrana bříty opotřebená, BS poskakuje

Vzorek 011: Znamka kvality stírání před odm.: N 3/3 po odm.: N 3/3  
Poznámka: hrana bříty zaoblená

Vzorek 012: Znamka kvality stírání před odm.: V 5/5 po odm.: V 5/5  
Poznámka: hrana bříty opotřebená

Vzorek 013: Znamka kvality stírání před odm.: V 4/4 po odm.: V 5/5  
Poznámka: hrana bříty opotřebená

Vzorek 014: Znamka kvality stírání před odm.: V 4/4 po odm.: V 4/5  
Poznámka: hrana bříty mírně opotřebená

Vzorek 015: Znamka kvality stírání před odm.: N 2/1 po odm.: N 2/1  
Poznámka: hrana bříty opotřebená, obě stírátka poskakují

Vzorek 016: Znamka kvality stírání před odm.: N 3/1 po odm.: V4 / N1  
Poznámka: hrana bříty opotřebená

Vzorek 017: Znamka kvality stírání před odm.: N 3/1 po odm.: N 3/1  
Poznámka: hrana bříty mírně opotřebená, u FS je rozbitý spoiler, u BS je deformován zámek vahadla

Vzorek 018: Znamka kvality stírání před odm.: N 2/1 po odm.: N 3/1  
Poznámka: hrana bříty mírně opotřebená, BS poskakuje

Vzorek 019: Znamka kvality stírání před odm.: N 3/3 po odm.: V 4/4  
Poznámka: hrana bříty zaoblena

Vzorek 020: Znamka kvality stírání před odm.: V 5/5 po odm.: V 5/5  
Poznámka: hrana bříty mírně opotřebena

Vzorek 021: Znamka kvality stírání před odm.: N 3/2 po odm.: V 4/4  
Poznámka: hrana bříty opotřebena, u BS vypadlá planžeta

Vzorek 022: Znamka kvality stírání před odm.: N 3/3 po odm.: N 3/3  
Poznámka: hrana bříty ostrá

Vzorek 023: Znamka kvality stírání před odm.: V 4/4 po odm.: V 4/4  
Poznámka: hrana bříty opotřebená

Vzorek 024: Znamka kvality stírání před odm.: V 6/6 po odm.: V 6/6  
Poznámka: hrana bříty opotřebena

Vzorek 025: Znamka kvality stírání před odm.: N 3/1 po odm.: V 4/4  
Poznámka: hrana bříty mírně opotřebena, u BS vypadlá planžeta

Vzorek 026: Znamka kvality stírání před odm.: V 5/5 po odm.: V 6/6  
Poznámka: hrana bříty mírně opotřebena

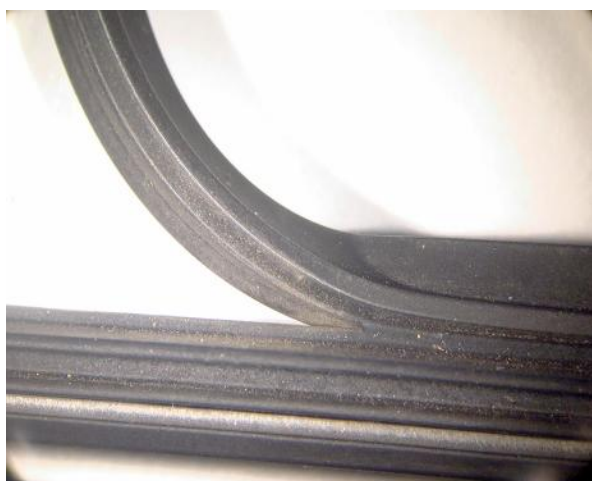
Vzorek 027: Znamka kvality stírání před odm.: N 1/1 po odm.: N 2/2  
Poznámka: hrana bříty opotřebena, u BS vypadlá planžeta

Vzorek 028: Znamka kvality stírání před odm.: N 3/3 po odm.: V 4/4  
Poznámka: hrana bříty mírně opotřebena, u BS vypadlá planžeta

Vzorek 029: Znamka kvality stírání před odm.: V 4/4 po odm.: V 4/5  
Poznámka: hrana bříty mírně opotřebena

Vzorek 030: Znamka kvality stírání před odm.: N 3/3 po odm.: N 3/3  
Poznámka: hrana bříty zaoblена

Održená guma pryže na obou koncích



Vypadlá planžeta



Obr. 26, 27 Fotografie mechanicky poškozených stíracích lišt od zákazníků

## 5. Závěr

Měřením bylo ověřeno, že se úhel naklopení lišt ke sklu může pohybovat i v méně přísných tolerancích, než jak je uvedeno ve výkresové dokumentaci. Je proto možné toto toleranční pole rozšířit s ohledem na správné překlápění gumiček lišt v úvratích a to tak aby se vždy gumička překlopila v horní a dolní úvratí. Rozšíření tolerančního pole doporučuji maximálně však na  $\pm 3^\circ$ .

Bylo dále zjištěno, že hodnoty úhlů naklopení lze ovlivnit vhodným postupem montáže stírací soupravy.

Byl také prokázán vliv konzervačních prostředků na zhoršení kvality stírání a to při výrobním procesu vozu a také při jeho provozu.

Analýzou tolerančního řetězce a jednotlivých vazeb v CAD byla potvrzena platnost daného konstrukčního řešení. Zároveň však značný vliv dílčích tolerancí vstupujících dílů a rozměrů na výsledný průběh normálové chyby obou stěračů, tím pádem i na úhel naklopení stíracích lišt vůči sklu.

Během analýzy systému jako celku jsem sledoval vliv jednotlivých elementů a faktorů na kvalitu stírání předních stěračů. Na základě těchto poznatků lze konstatovat:

- úhel naklopení lišt vůči sklu nemá na kvalitu stírání až tak velký vliv, optimální průběh normálové chyby by měl být v rozmezí  $-5^\circ$  až  $+5^\circ$  a je důležité, aby docházelo k překlápění gumiček v úvratích, což je i při takových naměřených hodnotách splněno.
- velký podíl na kvalitu stírání má mastnota a konzervační prostředek, které se na čelní sklo dostanou zřejmě špatnou ochranou skla při konzervaci anebo voskováním aut v myčkách, následkem toho se na skle vytvoří film, který nejde setřít. Prudce se tak zhorší kvalita stírání.
- svůj podíl na životnost stírátek a jejich kvalitu má dále okolní prostředí, kde záleží, zda jsou stírátko v prašném či zplodinami zamořeném prostředí.
- velkým problémem v letním období mohou být zbytky hmyzu, který ulpí na čelním skle, je zřejmé, že tyto zbytky se pouhým použitím stěračů ze skla neodstraní, naopak dojde k rozetření těchto zbytků po skle.
- dalším vlivem je tvar skla, který ovlivní průběh normálové chyby.
- měření dílů ze sériové produkce bylo zjištěno, že ne všechny komponenty konstrukčního řetězce odpovídají výkresové dokumentaci.

## 6. Doporučení

Pro zlepšení kvality stírání tedy doporučuji:

- více dbát na ochranu čelního skla a stírátek před konzervací vozu při výrobě (např. zavedením ochranných krytů na lišty, návleků apod.).
- více kontrolovat kvalitu stírání a stav čelních skel u aut, než opustí brány závodu.
- poučit dealery o dané problematice s tím, aby před tím, než zákazníkovi auto předají, pečlivě odmastili sklo a gumičky stěračů a překontrolovali kvalitu stírání.
- dále upozorňovat zákazníky, jak je důležitá správná péče o stěrače, jak je uvedeno v návodu obsluhy, kde je vysvětlen její vliv na životnost gumiček, upozornění na kontrolu stavu skla po navoskování v myčce atd., a co dělat v případě zhoršené kvality stírání (odmastit sklo a stěrače).
- při reklamách sledovat, zda jde opravdu o originální díl Škoda a subjektivně posoudit reklamovanou závadu (vyloučit např. neodpovídající mechanické poškození stírátek apod.)
- upřesnění postupu montáže přední stírací soupravy v montážním postupu.
- provádět průběžnou a pravidelnou kontrolu kvality materiálu stíracích gum z důvodu podchycení možného výkyvu kvality výroby dodavatele.
- pravidelně kontrolovat úhel naklopení lišt na lince.
- pravidelně provádět rozměrovou kontrolu komponent konstrukčního řetězce (tj. dno vodního kanálu, úhelník, upevňovací body pro soupravu v příčnici, sklo, stěrače a stěračovou soupravu).



**Seznam použité literatury:**

- DUŠÁK, K. Metodika řešení rozměrových řetězců.  
Liberec TUL 2006, ISBN 80-7372-053-1
- SLANEC, K. Základy konstruování I, II.  
Praha ČVUT 2001, ISBN 8001-01721-4
- Firemní literatura (norma TL 934, výkresová dokumentace, montážní postupy)  
Škoda Auto a.s.

Příloha:

Norma TL 934